

Diplomado en Análisis de Información Geoespacial

Diseño cartográfico

Autora:
M. en G. Gabriela Quiroz Cázares

Estas notas de clase, tienen como propósito mostrar las prácticas cartográficas más actuales no sólo en términos de diseño, sino también en términos de comunicación. Así, bajo la premisa de que **no existe una única forma de hacer un mapa**, deseamos que te permitas salir de tu habitual forma de trabajo y experimentes distintas formas de diseño cartográfico a través del ejercicio creativo y la práctica del trabajo cotidiano.

SEMIÓTICA CARTOGRÁFICA

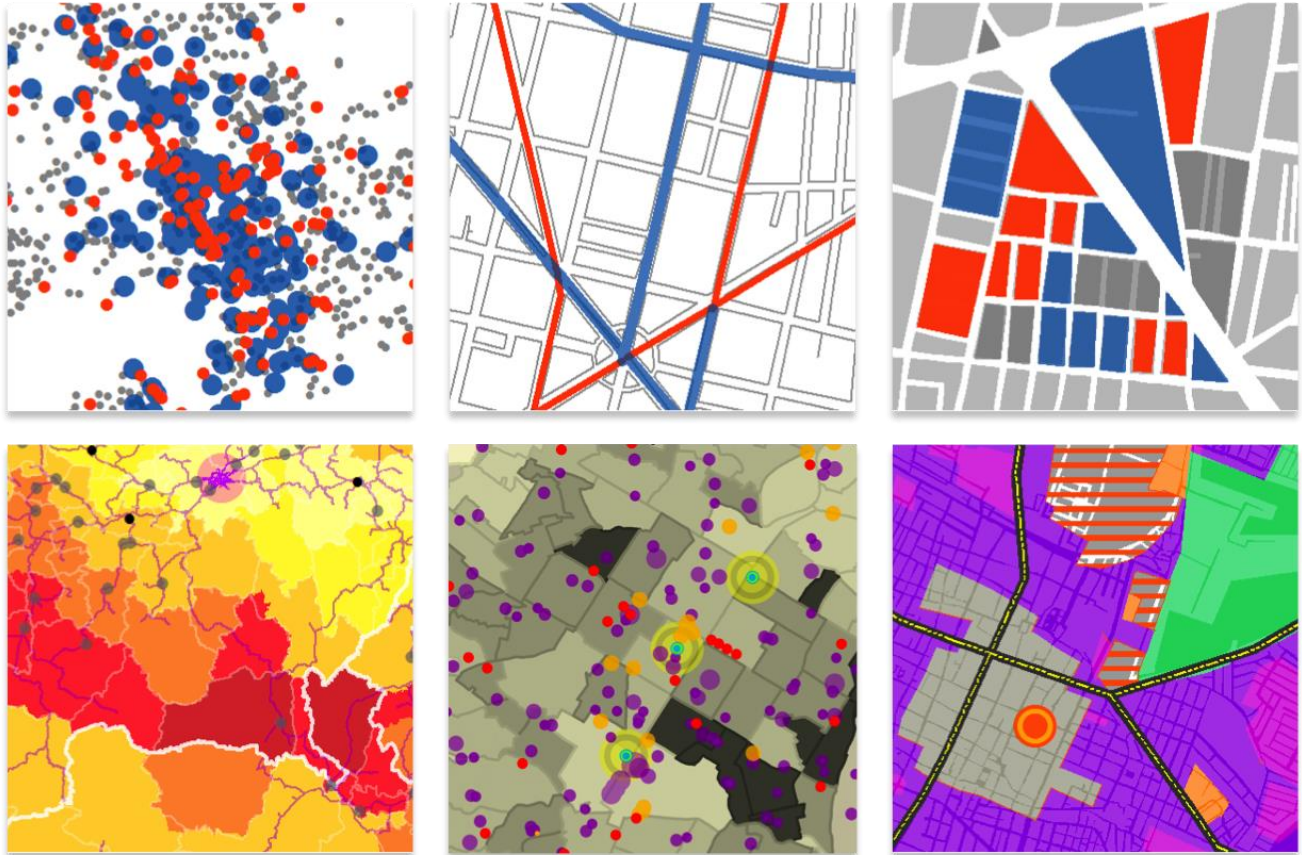
Las técnicas y prácticas sobre diseño cartográfico que aquí se presentan, están basadas en la conceptualización semiótica de Charles Sanders Peirce, quien propone un modelo comunicativo como un proceso abierto, en el que el mensaje varía según los códigos empleados y en donde todo el sistema de signos se va reestructurando continuamente sobre la base de la experiencia de decodificación que el proceso instituye. Esto se traduce, en mayores posibilidades creativas y estéticas, pero sobre todo en procesos de comunicación más eficientes, pues son posibles de entender y replicar por casi cualquier tipo de usuario. Y contrario a la conceptualización sobre semiología de Ferdinand de Saussure, que entre otros, derivaron en prácticas de diseño cartográfico mucho más rigurosas y formales, limitando el proceso de comunicación a grupos de expertos; pues sólo con una educación formal en el tema, era posible entender y expresar mensajes por medio del espacio geográfico.

Representación del espacio geográfico

Como sabes, en un mapa existen diferentes objetos conocidos como vectores, que representan lo que hay en el espacio geográfico mediante tres tipos de entidades: *puntos*, *líneas* y *polígonos* (Figura 1).

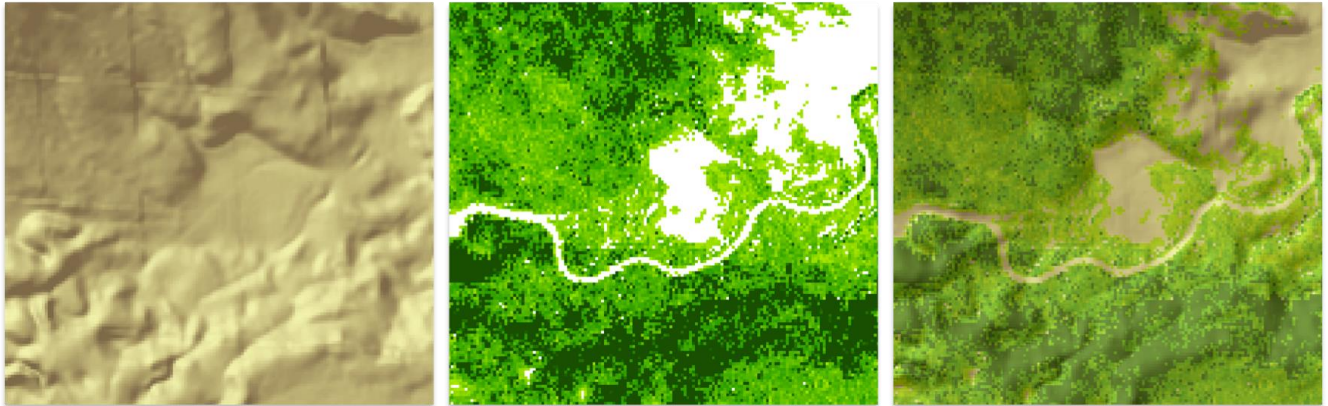
A estas entidades se les aplican diferentes colores, gruesos de línea, texturas o transparencias para que representen mejor sobre el mapa lo que existe en la realidad, o

bien, representen sobre el mapa una idea o un concepto, que no existe físicamente en la realidad como el miedo o la felicidad.



Quiroz, G. (2014). Figura 1. Representación de elementos vectoriales, *puntos*, *líneas* y *polígonos*.

Otra forma de representar el espacio implica el uso de objetos *raster*, como los modelos de elevación o los mapas de pendientes, en los cuales podemos ver las diferencias de altura en el terreno, así como su inclinación o exposición al Sol. A este tipo de objetos también se les aplica colores y transparencias para representar de mejor manera información referente a un sitio determinado (Figura 2).



Quiroz, G. (2014). Figura 2. Representación de objetos raster, *píxeles*.

De esta manera, podemos decir que los mapas son representaciones del espacio geográfico, son el modelo que ayuda a comunicar un mensaje en particular, no la realidad en sí misma. Pues en este tipo de modelos, enaltecemos aquellos elementos necesarios y útiles para comunicar un mensaje y eliminamos o restamos interés visual a aquellos elementos no aportan información relevante al mensaje, o bien, distraen la atención del objetivo principal.

Representación de elementos/objetos vectoriales

Así, las características geográficas expresadas mediante vectores: *puntos*, *líneas* y *polígonos*, tienen la función de dar precisión a la ubicación de los elementos sobre el espacio geográfico, por lo tanto los fenómenos que se representan mediante este tipo de elementos son discretos, es decir, tienen límites definidos geográficamente.

Puntos como íconos

Los puntos, son entidades geográficas tan pequeñas y precisas que no pueden representarse con líneas o polígonos, como por ejemplo: pozos de agua, postes de luz, estaciones meteorológicas o picos de montaña. Las entidades de punto también se

utilizan para representar zonas a una escala muy pequeña, como poblados o localidades a escala nacional, o bien, las ciudades a una escala mundial.

Existe una amplia variedad de símbolos o íconos que pueden representar las entidades geográficas de punto en los mapas, algunos editores de mapas como ArcMap o QGIS, presentan distintas categorías, como: servicios, electrificación, señalización vial, eventos naturales o puntos de interés (Figura 3). Este tipo de íconos tan elaborados no siempre es recomendable, ya que al ser elementos pequeños en el mapa pueden hacer lenta su lectura e interpretación, sobre todo cuando existen otras capas de información.



Figura 3. Catálogo de símbolos temáticos, ArcMap 10.1. (2010).

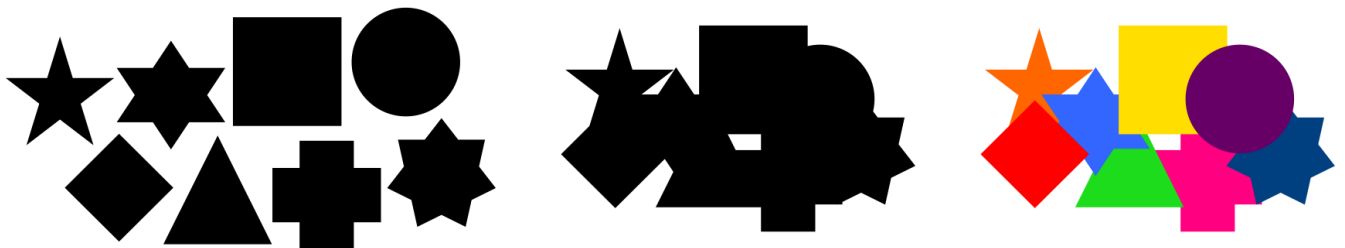
Los símbolos de punto con un diseño tan detallado pueden resultar abrumadores para el usuario, quien podría optar por no utilizar el mapa, pues le llevaría mucho tiempo tratar de descifrar la forma y el significado de cada pequeño símbolo, dando espacio a confusión y a errores de interpretación.

Sin embargo, podría recomendarse el uso de este tipo de simbología cuando la escala del mapa es grande, la cantidad de símbolos a representar es poca, o bien, cuando el resto de las capas de información tendrán un diseño simple. De tal modo que este tipo

de símbolos cuyo diseño está cargado de tanta información visual, no compite visualmente con el resto de los elementos en el mapa.

Puntos como figuras geométricas

Una práctica cartográfica recurrente, pero poco eficiente, es utilizar diferentes figuras geométricas para representar al mismo tiempo diferentes elementos puntuales, por ejemplo: círculos, cuadrados, triángulos, estrellas, hexágonos y pentágonos. Todos ellos en un sólo color, dificultando distinguir los círculos de los hexágonos o los triángulos de las estrellas, sobre todo si éstos llegaban a solaparse, ocultando además, los símbolos ubicados debajo de ellos, y donde usar un color diferente para cada símbolo no es una buena solución, pues agrega más información visual, pero poco eficiente en términos de comunicación.



Quiroz, G. (2016). Figura 4. Confusión visual por el uso de figuras geométricas para entidades de punto.

Cuando se trata de utilizar figuras geométricas, el recurso visual más versátil y estético es el *círculo*, sobre todo cuando son demasiados elementos puntuales a mostrarse en un mapa. Los círculos son claramente distinguibles y agradables a la vista. Al graduarse en color y tamaño pueden expresar fácilmente un gradiente de información, este efecto visual se ve potenciado al aplicar distintos porcentajes de transparencia sobre la base de color (Figura 5).



Figura 5. Símbolo puntual de diseño claro y estético, con alto poder de comunicación.

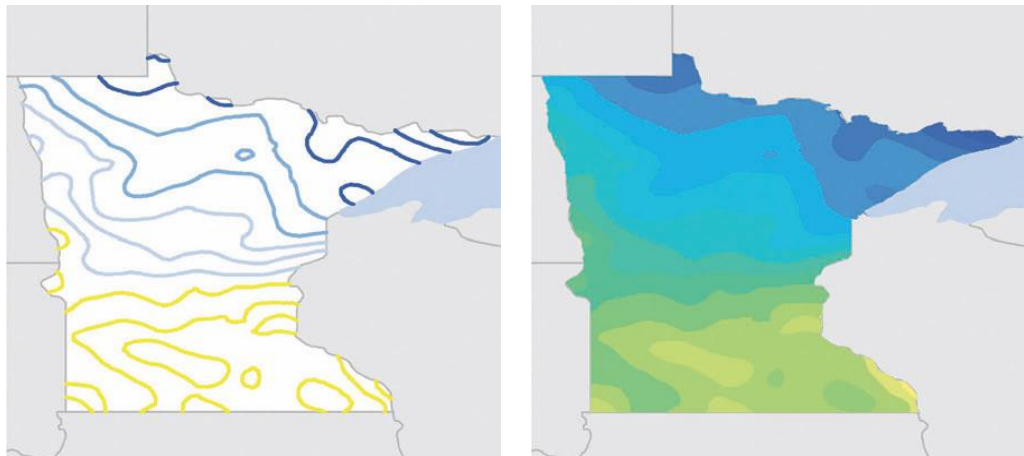
Recuperado de: <http://www.visualnews.com/2012/03/28/stopping-traffic-the-busiest-nyc-subway-stops/>

El efecto de transparencia además, tiene la ventaja de permitir ver la información que está debajo, aún cuando el tamaño del símbolo sea muy grande, ayudando a transmitir un mensaje de intensidad, frecuencia o densidad de los datos.

La versatilidad en el diseño de círculos como entidades de punto, también se apoya en su borde o circunferencia, el cual también interviene en la transmisión de mensajes al modificar el grosor de su borde, el tipo de línea (continua o punteada) y por supuesto su color y porcentaje de transparencia (Figura 1; inferior).

Líneas

Las entidades de línea representan la forma y ubicación de objetos geográficos demasiado estrechos para ser mostrados como áreas (polígonos), tales como: escurrimientos, fallas geológicas o ductos de combustible. También se utilizan para representar las entidades que tienen longitud pero no área, como límites administrativos y curvas de nivel. Aunque en particular, éstas últimas también pueden ser representadas como superficies continuas (Figura 6).



Peterson, G. N., (2009). Figura 6. Representación altitudinal mediante líneas (izquierda) o áreas/polígonos (derecha).

Las líneas también se comportan distinto sobre el mapa dependiendo de su escala, por lo que se recomienda pasen por un proceso de suavizado o generalización, para que no parezcan quebradas o con demasiados vértices, principalmente cuando se utilizan a una escala grande.

Al igual que los bordes en los círculos, las líneas presentan muchas posibilidades de diseño para comunicar mensajes con gran claridad. Estas posibilidades van desde distintos tipos y grosores de línea, color y transparencia para comunicar jerarquías o intensidad en la información, o bien, una clara y bien definida ruta o dirección (Figura 7).

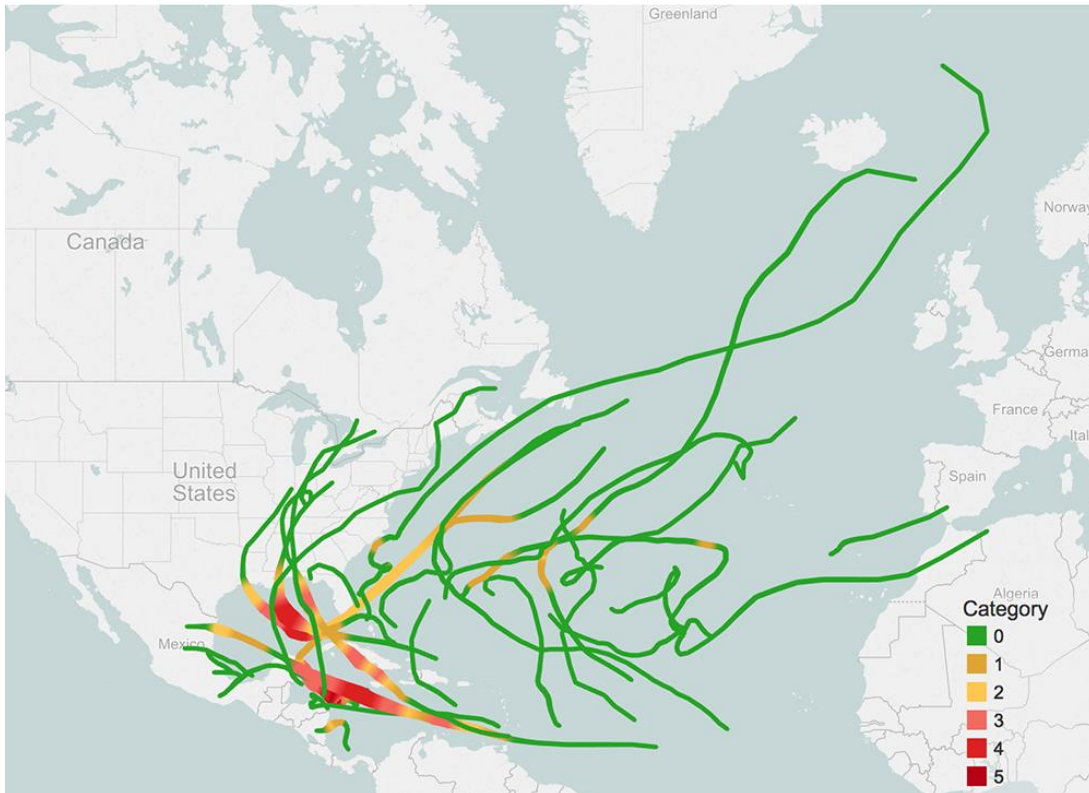


Figura 7. Jerarquía visual en función de la intensidad a lo largo de una trayectoria. Recuperado de:
<http://www.wired.com/2014/07/a-drag-and-drop-toolkit-that-lets-anyone-create-interactive-maps/>

Sin embargo, al momento de diseñar elementos de línea es importante tener en cuenta los colores y texturas que hay en el fondo del mapa base. Procurando suficiente contraste visual para una fácil lectura e interpretación de todos los elementos presentes en el mapa.

Polígonos

Este tipo de entidades geográficas son áreas cerradas que representan la forma y ubicación de entidades homogéneas como lagos, parques naturales o tipos de suelo. Las entidades geográficas de polígonos, transmiten la mayor cantidad de información en archivos con datos vectoriales y en ellos es posible medir el perímetro y el área.

Por lo general, la información representada mediante polígonos en un mapa es por medio del color con o sin transparencia, o bien, mediante achurado. Pero donde también el borde puede jugar un papel determinante al momento de comunicar información, como por ejemplo límites administrativos (país, estado, municipio), donde un diseño claro y bien definido es importante.

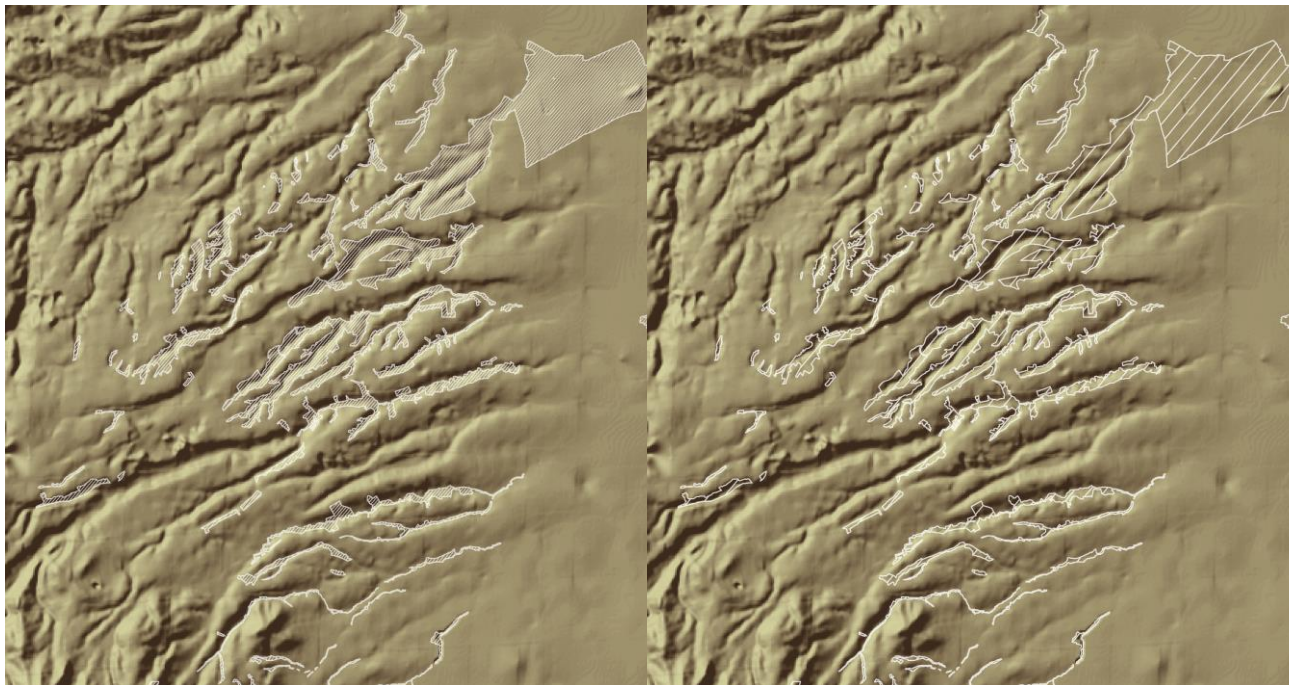
Con frecuencia las entidades de polígono se sobreponen coincidiendo con otras capas de información, impidiendo ver lo que hay debajo de ellas. Por lo general esto se resuelve de dos maneras, aplicando transparencia o achurado, de forma tal que ambas capas sean claramente visibles.

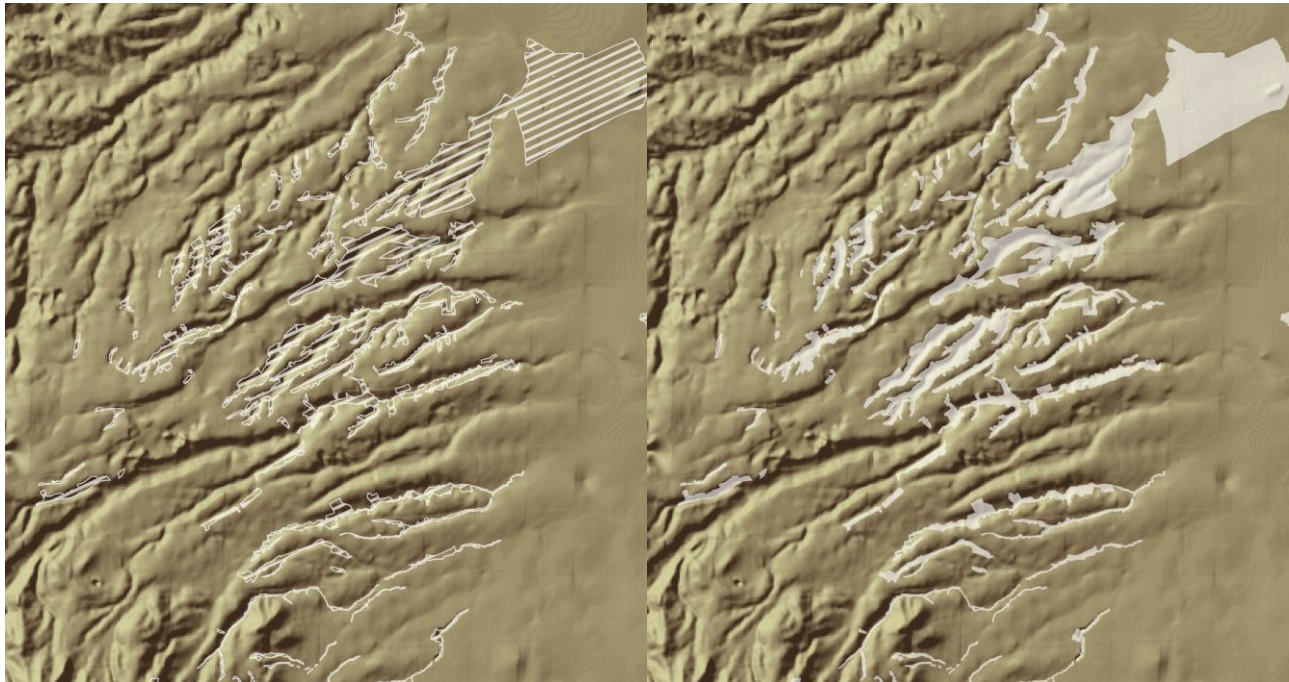


Quiroz, G. (2016). Figura 8. Sobre posición de dos capas de información, color sólido (izquierda); color con 50% de transparencia (centro); y generación de un color distinto por efecto visual (derecha).

Al aplicar transparencia se debe tener cuidado que el color resultante en la intersección de los polígonos no confunda al usuario, pues podría interpretarlo como un polígono que pertenece a una capa de información distinta; es muy importante que el usuario reconozca fácilmente que se trata de un efecto visual (Figura 8). De igual forma, es primordial que el color o tono resultante esté representado con claridad en la leyenda o simbología del mapa para su fácil interpretación.

Por otro lado, al aplicar achurado es importante evaluar el resultado visual que se obtiene. Si el diseño de su trama es lo suficientemente abierta o cerrada para ver con claridad la información de fondo; también si el diseño de su trama permite ver con claridad la forma y tamaño del polígono que buscamos representar (Figura 9).





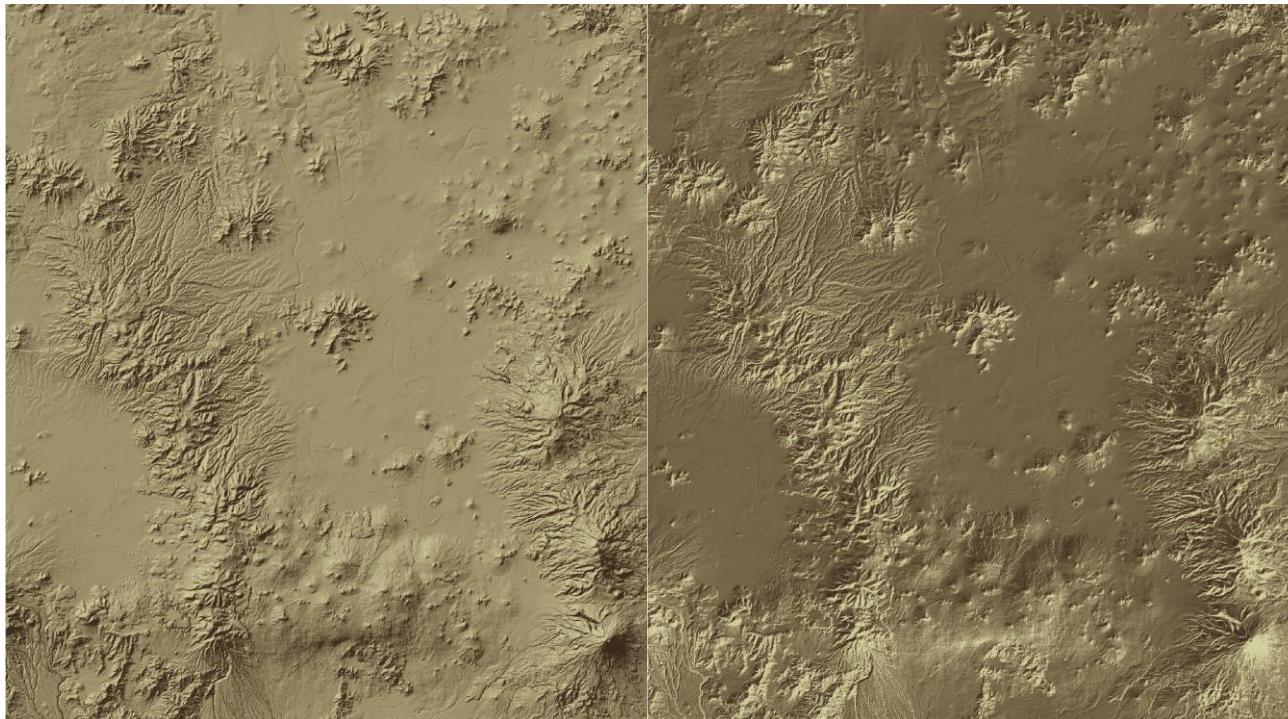
Quiroz, G. (2016). Figura 9. Resultado visual por diseño de trama en diagonal, con 30% de transparencia. Trama delgada, demasiado cerrada (arriba, izquierda); trama delgada, demasiado abierta (arriba, derecha); trama media (abajo, izquierda); y color sólido con 30% de transparencia (abajo, derecha).

Representación de elementos/objetos raster

Por su parte, los elementos raster, expresan las propiedades del espacio más que la precisión en la ubicación geográfica, como lo hacen los puntos, líneas y polígonos. Así, los elementos raster dividen el espacio en celdas regulares, cuyo valor único, el píxel, es representativo de toda la superficie abarcada por la misma.

Este modelo de datos es adecuado para la representación de variables continuas como temperatura, precipitación, pendientes o altura. Donde el color juega un papel determinante, pues en él recae la responsabilidad de comunicar claramente un mensaje o variable.

La selección de colores en un mapa de elevación, por ejemplo, puede responder únicamente al valor de la altitud, utilizando colores en la gama del ocre en tonos más claros para las partes más bajas y en tonos más oscuros para partes más altas. De aplicar los colores de manera inversa, podrías obtener un resultado visual confuso y poco favorecedor (Figura 10).



Quiroz, G. (2016). Figura 10. Modelo Digital de Elevación en tonos claros en las partes bajas y tonos oscuros en las partes altas (izquierda); paleta de color invertida (derecha).

La selección de colores, también puede considerar la lógica en el cambio de temperatura en la medida que se avanza en la elevación. De tal forma que el color blanco represente las partes más elevadas, evocando el hielo que se forma a mayores altitudes; mientras que el color verde podría representar las partes más bajas, evocando las tierras con mayor humedad (Figura 11).

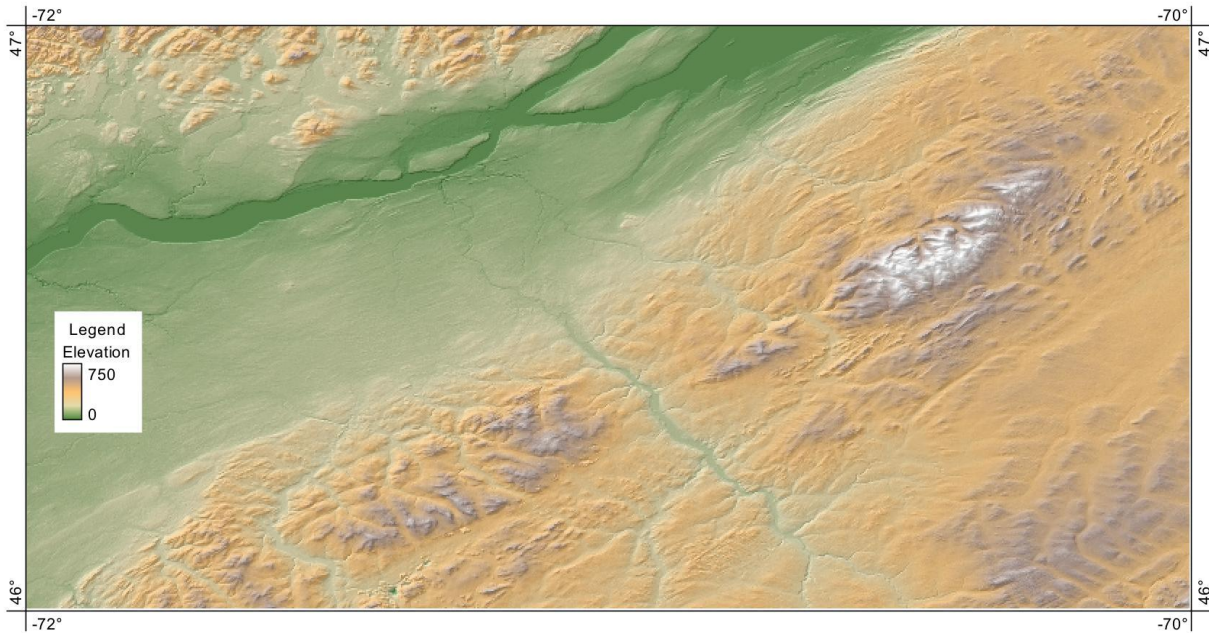


Figura 11. Gradiente de elevación altitudinal considerando la temperatura. Recuperado de <http://gis.stackexchange.com/questions/25099/what-is-the-best-colour-ramp-to-use-for-elevation>

Como puedes observar, la selección de una paleta u otra para la representación de un Modelo Digital de Elevación que servirá como la base en el diseño de tu mapa, dependerá del mensaje que deseas comunicar, considerando en todo momento el tipo y cantidad de información que se representará sobre él.

En este sentido, prefiere colores claros y neutrales como beige, vainilla o arena, para facilitar el diseño de la base de tu mapa, así no entrará en conflicto visual con el diseño semiótico del resto de las capas de información, sobre todo cuando ésta es mucha y muy variada. Pues de utilizar tonos muy oscuros o colores diferentes, podría no sólo complicar la representación del resto de la información, también podría generar fatiga visual y errores de interpretación por parte del usuario.

Uso del color desde la semiótica

Dentro del diseño cartográfico, el color es un recurso visual con gran capacidad de comunicación, es tan poderoso que puede influir directamente en la percepción de las personas cuando ven un mapa, aun tratándose de un mapa en blanco y negro, pues con los colores y matices adecuados pueden convertirlo en un objeto atractivo y agradable a la vista, cumpliendo con un primer propósito: atrapar la atención de quien lo mira.

Sin embargo, esto no garantiza que el mensaje de fondo se transmitirá adecuadamente, por lo que no podemos suponer que un mapa lleno de color será capaz de comunicar mensajes e información de forma clara y eficiente, o bien, que un mapa en blanco y negro nunca será útil para comunicar mensajes por medio del espacio geográfico.

Pero cómo debemos aplicar color a un mapa, es decir, qué colores debemos utilizar para representar determinadas variables o comunicar mensajes específicos.

En la sección anterior “Representación de elementos raster”, vimos un ejemplo sobre los colores que evocaban un mensaje o una situación en particular, la selección del color blanco para evocar el hielo que se forma en lo más alto de una montaña y el color verde para evocar las partes más bajas y de mayor humedad. Pero por qué verde y no azul, si se trata de zonas con mayor humedad. Aquí es dónde la semiótica de la comunicación es más evidente.

El proceso semiótico para comunicarnos por medio del espacio geográfico, involucra nuestras experiencias diarias –no sólo al diseñar mapas–, también el contexto sociocultural en el que estamos inmersos, así como nuestra capacidad para inferir información.

De esta manera, podríamos entender que el blanco sobre una montaña evoca las partes más altas de un paisaje, pues en algún momento hemos dado un paseo por un lugar similar, o bien, hemos visto alguna película, libro, artículo o fotografía donde aparece una escena de ese tipo. Hasta aquí, el proceso de comunicación en el que recibimos y procesamos información para comprenderla, es claro.

Sin embargo, para haber tomado la decisión de utilizar el color verde para representar las partes más bajas y con mayor humedad, tuvimos que realizar un proceso de abstracción y decodificación de la información más profundo y complejo.

De entender las partes más bajas como las zonas de mayor humedad y así haberlas representado en color azul, el mensaje que hubiéramos enviado es que esas partes son ríos o escurrimientos (Figura 12). En un sentido, ese mensaje no está equivocado, pero no es el mensaje que deseamos transmitir, pues lo que buscamos decir es cómo cambia el paisaje en función de la elevación.

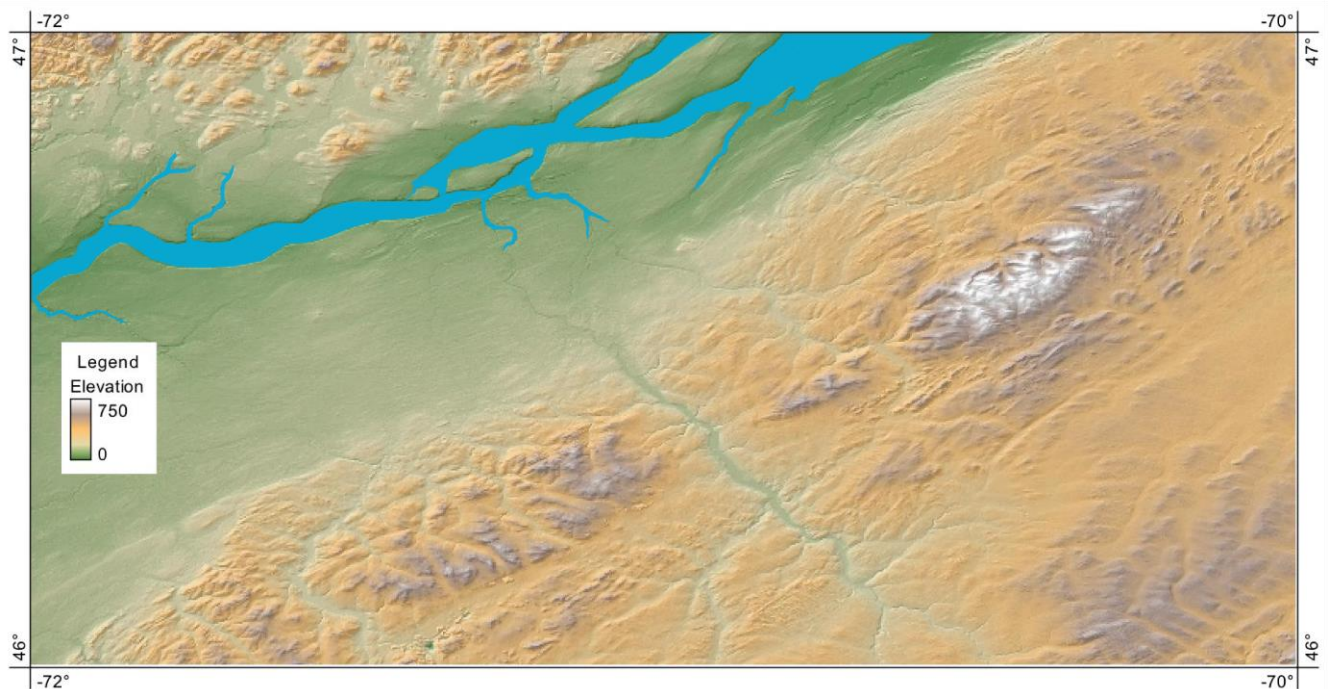


Figura 12. Representación orográfica a partir de un gradiente de elevación altitudinal. Modificado de <http://gis.stackexchange.com/questions/25099/what-is-the-best-colour-ramp-to-use-for-elevation>

Así, al utilizar el color verde se “neutraliza” el mensaje de ríos y escurrimientos, al tiempo que comunica que esas zonas son las de mayor humedad, pues es en ellas donde se concentra el agua de lluvia, luego entonces es en ellas donde puede crecer la vegetación con mayor facilidad (Figura 11).

Este tipo de procesos cognitivos donde abstraemos, decodificamos e inferimos, los realizamos todo el tiempo, realizamos cientos de ellos en menos de una hora, nos es natural y es la manera en la que logramos comprender lo que pasa a nuestro alrededor y también lo que nos permite actuar en consecuencia, responder, *comunicarnos*.

Representación de tangibles e intangibles

El ejercicio anterior es la forma en que habitualmente definimos un color para que represente o comunique de mejor manera un mensaje. Si bien es cierto que la selección de un color puede ser algo muy arbitrario o subjetivo, la verdad es que hay mensajes que están tatuados en nuestro colectivo mental (contexto). Así cuando dibujamos un paisaje, usamos azul para representar ríos y lagos; verde para el pasto y las copas de los árboles; y café para las montañas y los troncos de los árboles.

Algo similar ocurre al aplicar semiótica en los mapas, primero seleccionamos aquellos colores que comunican de forma inmediata el mensaje que deseamos transmitir y después buscamos aquellos colores que representan, o se aproximan, de mejor manera a aquello que deseamos comunicar.

Sin duda, este proceso de comunicación se complica cuando debemos representar en el espacio geográfico aquello que no existe físicamente en la realidad, aquello que no hemos visto anteriormente, no hemos visto nunca su color, ni su forma, ni sus dimensiones, cómo es el caso del miedo o la felicidad. Este tipo de conceptos los

percibimos e interiorizamos por medio de otros sentidos. Cómo hacemos para comunicarlos mediante el espacio geográfico.

Imagina que debes elaborar un mapa del mundo sobre la felicidad, mostrar el porcentaje de personas felices por país, cómo sería tu paleta de colores, qué colores usarías para representar la información.

Es posible que pienses en cosas que a ti te provocan alegría o felicidad, tal vez el azul del cielo, el amarillo del Sol, el verdor de la naturaleza, o tal vez pienses en tus colores favoritos. Cómo asegurar que el color de tu elección transmitirá con claridad el mensaje.

Ahora es momento de que otro tipo de recursos como fotografías, imágenes, gráficas, música, videos, efectos de sonido y demás apoyen el mensaje de tu mapa; pero en principio, selecciona el color que represente de mejor manera la felicidad. Realizar un sondeo rápido con personas de tu entorno podría ayudarte a tomar una mejor decisión en caso de que no tuvieras claridad al respecto, considerando en todo momento el objetivo principal del mapa, su propósito real.

Reflexiona sobre el tipo de público que verá el mapa, son niños, adolescentes, madres solteras, personas de la tercera edad, científicos, bancarios, *hipsters*, público en general, etc. También en cómo se utilizará el mapa, de forma impresa o digital, de ser impreso qué tamaño tendrá será un tríptico, un cartel o una valla publicitaria. De usarse digital será interactivo, o no; cómo se desplegará, desde un dispositivo móvil, proyectado en una conferencia, saldrá en un anuncio de televisión o como material informativo en el cine. Cuanto tiempo podría dedicar el usuario a ver el mapa, lo hará de pie, sentado, pasará frente a él mientras se dirige a otro sitio, etc.

Cada una de estas posibilidades determinará el tipo y cantidad de recursos (audiovisuales y hasta multisensoriales), que podrían ayudar a comunicar con mayor

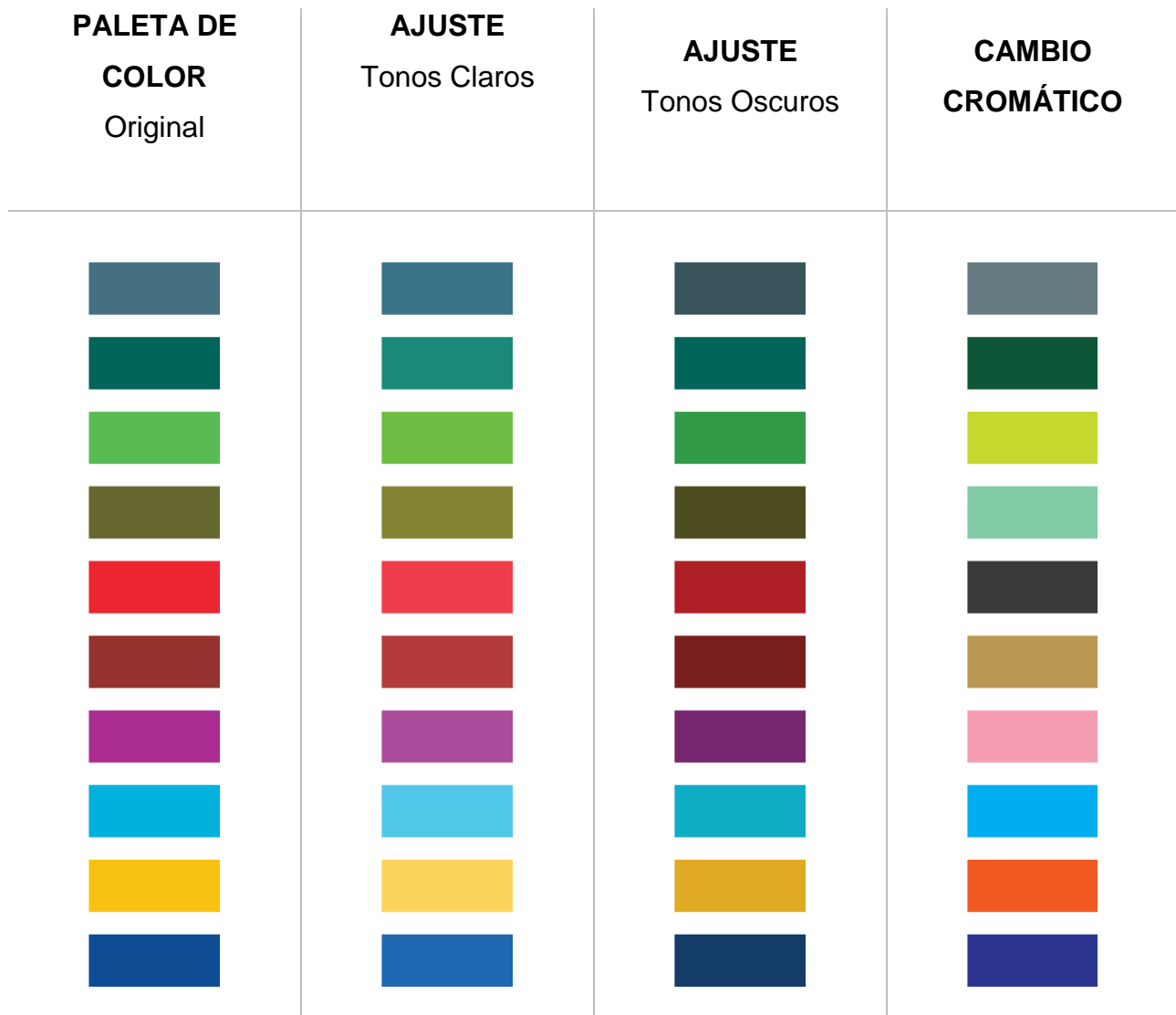
claridad el mensaje principal del mapa. Utilizarlos o no, dependerá no sólo de nuestra creatividad y capacidad de comunicación, también de nuestra capacidad de ejecución y por supuesto, de los recursos que disponemos.

Todas estas posibilidades de uso de un mapa, y por lo tanto de diseño cartográfico, muestran que no existe una única forma, ni un único resultado. Sin embargo, siempre debe estar presente el principio de comunicación básico, es decir, transmitir un mensaje de forma clara, evitando confusiones o errores de interpretación por parte de los usuarios. Y si además, se logra un resultado estético y agradable a la vista y los sentidos, mucho mejor.

Ajustes y precisiones del color

Con el ejercicio anterior para comunicar un mensaje por medio de un color, logramos definir una primer paleta cromática para utilizar en nuestro mapa. Sin embargo, se debe observar el resultado visual que se obtiene al aplicarlos a cada uno de los elementos y entidades del mismo. Es importante prestar atención al color que más se repite, al que más espacio ocupa en el mapa y con ello observar si es suave y armónico, o bien, si agrede o violenta la vista y los sentidos; también si compite visualmente, o no, con otro color.

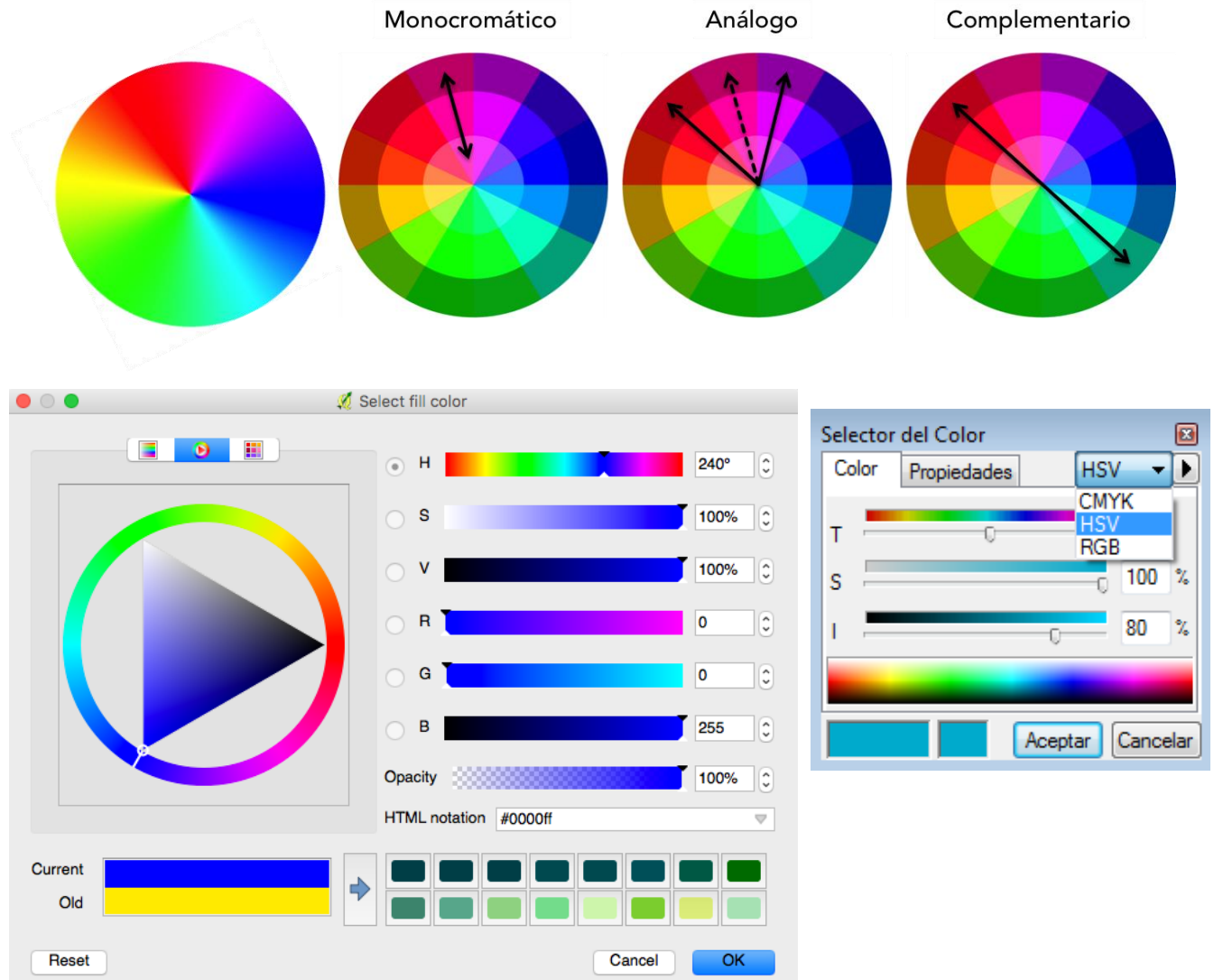
De igual forma, tener cuidado que todos los colores se distingan con facilidad en el mapa, que cada uno de ellos permita observar claramente la forma y ubicación del elemento que representa. En este sentido, es muy importante asegurarse que los elementos más pequeños, de menores dimensiones, no pasen inadvertidos.



Quiroz, G. (2016). Figura 13. Ajuste y precisión cromática para representar elementos y entidades en un mapa.

Para cada una de estas situaciones, se debe ajustar el tono del color elegido, haciéndolo más claro o más oscuro, para destacarlo o armonizarlo de mejor manera con el entorno, o bien, cambiar la tonalidad hasta obtener o definir un color completamente distinto al que se definió originalmente, pero que brinda resultados visuales más estéticos y con mejor capacidad de comunicación (Figura 13).

Programas como ArcMap o QGIS cuentan con herramientas de edición y diseño cartográfico, ambos muestran una versión de la rueda de color o disco de Newton que permite modificar los colores tanto como los necesiten los elementos/objetos en tu mapa.



Quiroz, G. (2016). Figura 14. Herramientas cromáticas en QGIS (izquierda) y ArcMap (derecha), a partir de la rueda de color o disco de Newton (arriba). Recuperado de:

- <https://planteayresuelve.wordpress.com/2011/02/05/issan-newton/>
- <http://blancamariamartingrado1um.blogspot.mx/2012/07/circulo-cromatico.html>

Modelos de color RGB y CMYK

Al diseñar tu mapa debes considerar el medio en el que será utilizado, de tal forma que si tu mapa será desplegado de forma digital desde una pantalla, será mejor diseñarlo bajo el modelo RGB como una forma de garantizar el brillo y la intensidad de los colores originales. Si por el contrario tu mapa será impreso ya sea en papel o en cualquier otro material, lo más conveniente será diseñarlo bajo el modelo CMYK, con el mismo propósito de mantener los colores de diseño originales (Figura 15).

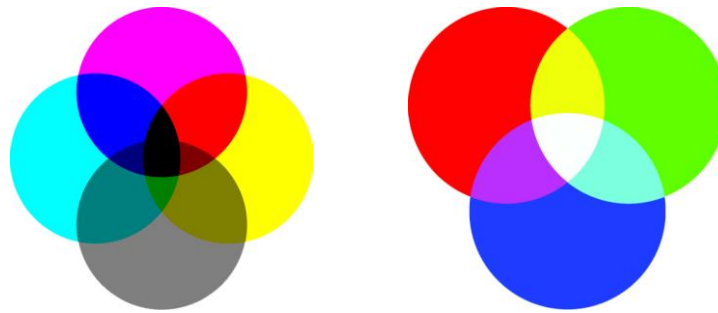


Figura 15. Modelos de color CMYK (impresión) y RGB (pantalla). Recuperado de: <http://blog.smartpress.com/ask-a-smartpress-expert-color-models-color-space-rgb-cmyk>

Dentro del modelo RGB (*Red, Green, Blue*), los colores se crean a partir de valores de intensidad de rojo, verde y azul que van de 0 a 255. Así, cada color que se crea en RGB tiene tres valores, con lo que se pueden formar más de 16 millones de colores diferentes. Esta gran cantidad de colores, pero sobre todo los contrastes que surgen entre ellos, lo vuelve un modelo eficiente para mostrar gráficos desde una pantalla, pero no para imprimir.

Contrario a éste, el modelo CMYK (*Cyan, Magenta, Yellow, Key <negro>*) permite un mayor contraste de colores al pasar por un medio de impresión. Por lo tanto no se recomienda usarlo en los gráficos que serán vistos desde una pantalla, pues los colores en CMYK aparecerán en tonos más apagados.

Si diseñaste un mapa en CMYK para ser usado en papel, pero ahora se debe utilizar de forma digital, considera la posibilidad de ajustar los colores, no sólo por que se verán apagados, sino también porque es muy probable que se pierda el contraste, o bien, resulte un color completamente distinto al que se debía mostrar, cambiando por completo la intención del mensaje original del mapa.

Modelo hexadecimal

Este modelo de color se expresa por una serie alfanumérica de seis caracteres precedidos por el símbolo de número, nomenclatura que en realidad muestra tres grupos o tres parejas de caracteres, donde cada pareja corresponde a un color básico en RGB (Figura 16). Así, cada pareja puede tener números del 0-9 y letras de A-F, que indistintamente pueden ser mayúsculas o minúsculas. De esta manera es posible construir 216 colores “seguros” para *web*.

#FF0000

Quiroz, G. (2014). Figura 16. Nomenclatura hexadecimal, RGB

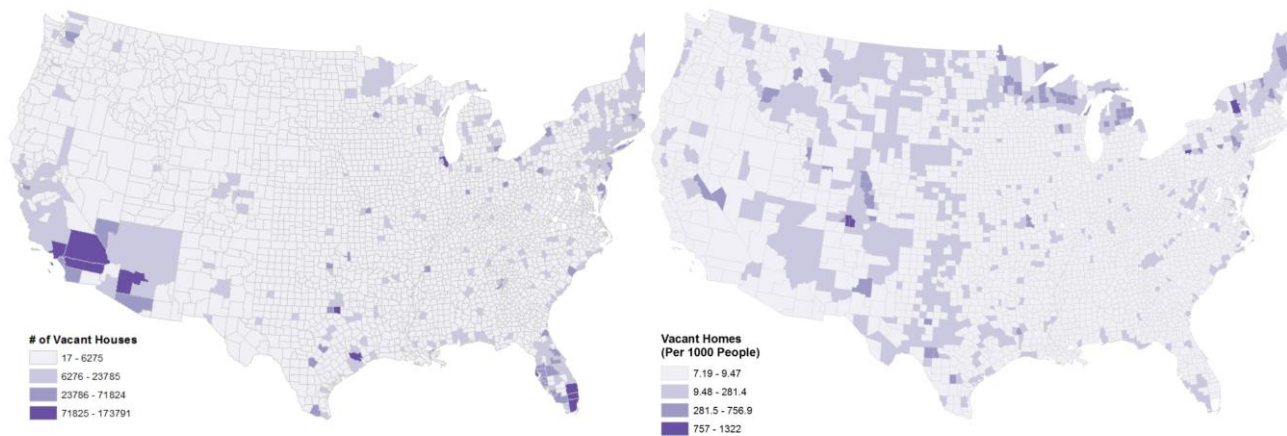
Al estar basado en el modelo RGB su uso es frecuente, pero no exclusivo, en el diseño y programación de aplicaciones digitales o sitios *web*, lo cual significa que es adecuado para mostrar gráficos en pantalla, pues su característica principal es dar certeza al color. Así, los colores contruidos desde este modelo de color son los más recomendados para aplicar a elementos o entidades que serán mostrados sobre una imagen de satélite u ortofoto. Pues contienen el equilibrio perfecto entre saturación de color y luminosidad (Figura 17).



Figura 17. Uso de colores “seguros” sobre ortofoto. Recuperado de:
<http://yaacovlozowick.blogspot.mx/2011/05/1967-line.html>

Clasificación de datos y normalización de variables

Ahora bien, la forma en que representamos información espacial puede dar como resultado mapas completamente distintos. Por lo cual es importante observar el resultado visual que arroja la información cuando se utilizan los datos crudos y cómo se ven esos mismos datos cuando se normalizan por algún factor pertinente, como por ejemplo el área, o bien, por un número determinado de muestras (Figura 18).

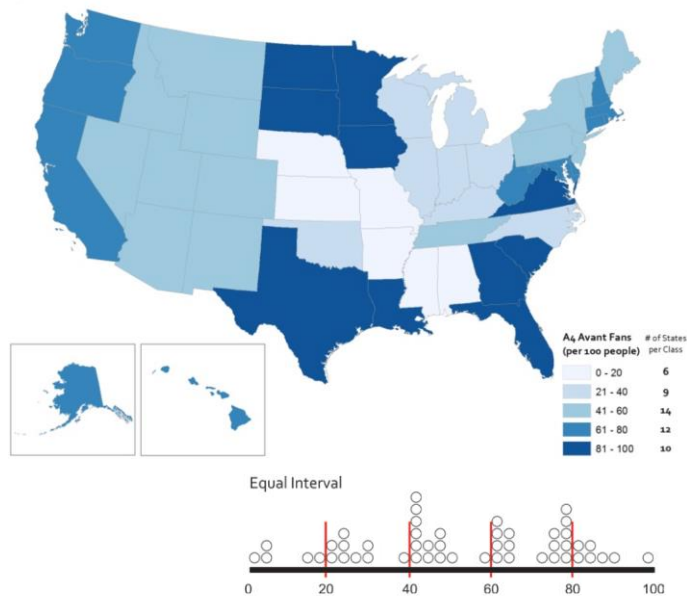


Robinson, A. (2013). Figura 18. Número de casas desocupadas (izquierda);
Número de casas desocupadas por cada 1,000 personas (derecha).

Al diseñar un mapa es importante tener claro el mensaje que se desea comunicar. De tal modo que si buscas mostrar el número de personas por país, entonces puedes utilizar los datos sin normalizar; pero si deseas mostrar la densidad de personas por país, deberás normalizar el número de personas por el área de cada país.

Asimismo, al mostrar datos en un mapa que serán clasificados o categorizados por rangos, es importante tener en mente que los resultados visuales podrían variar de acuerdo con el tipo de clasificación que se utilice (Figuras 19a, 19b y 19c). En este sentido, podemos mencionar tres tipos principales de clasificación de datos, por intervalos iguales (*equal interval*), por cuantiles (*quantile*) o por cortes naturales (*natural breaks*).

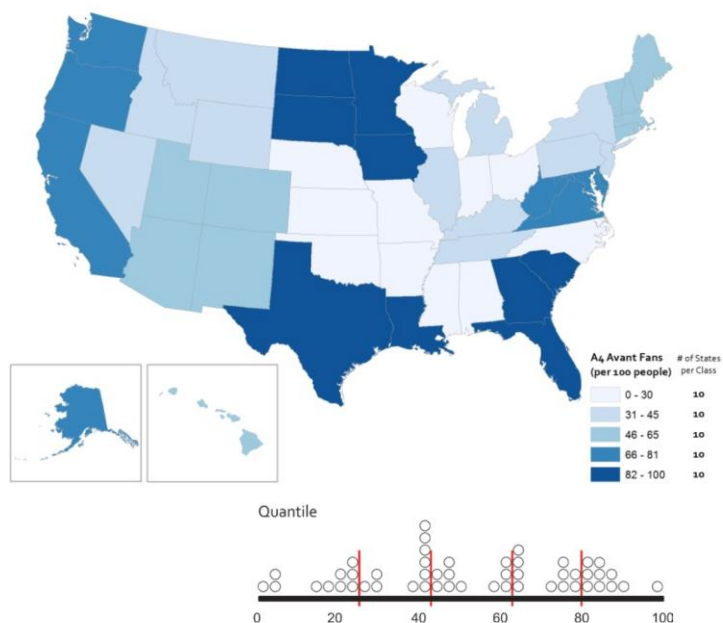
Admirers of Beautiful Audi Wagons
Equal Interval Classification



Robinson, A. (2013). Figura 19a. Visualización de datos mediante intervalos iguales.

Los intervalos iguales, comparten una unidad de medida común y constante, la cual permite determinar la magnitud de los intervalos (distancia) entre todos los elementos de la escala

Admirers of Beautiful Audi Wagons
Quantile Classification

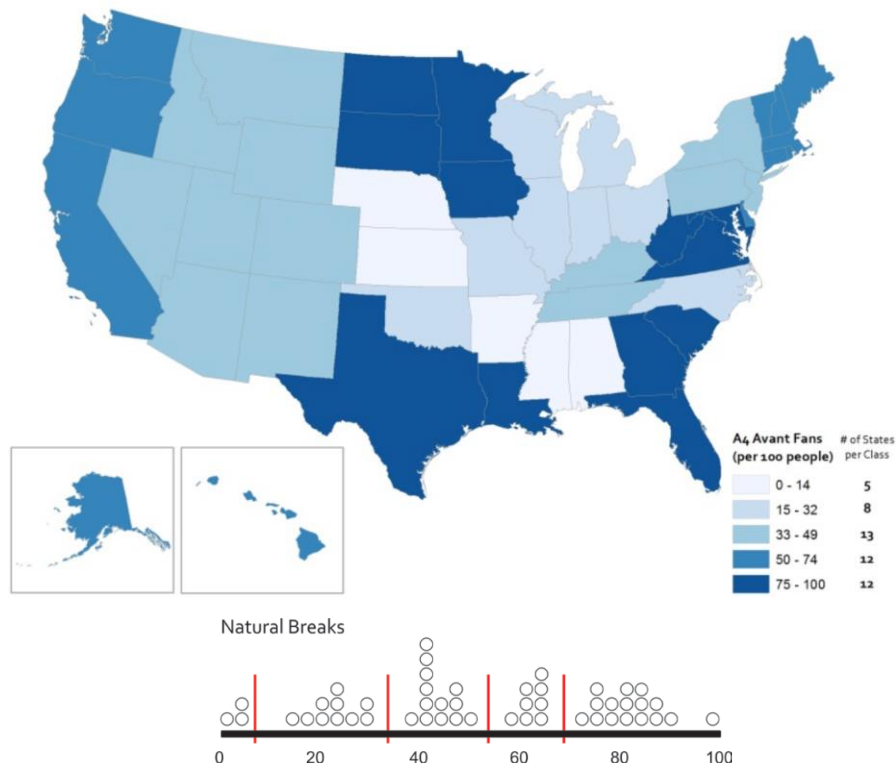


Robinson, A. (2013). Figura 19b. Visualización de datos mediante *cuantiles*.

Los *cuantiles*, son puntos tomados a intervalos regulares de la función de distribución de una variable aleatoria

Éstos son utilizados regularmente por grupos que dividen la distribución en partes iguales, entendidas éstas como los intervalos que comprenden la misma proporción de valores

Admirers of Beautiful Audi Wagons
Natural Break Classification



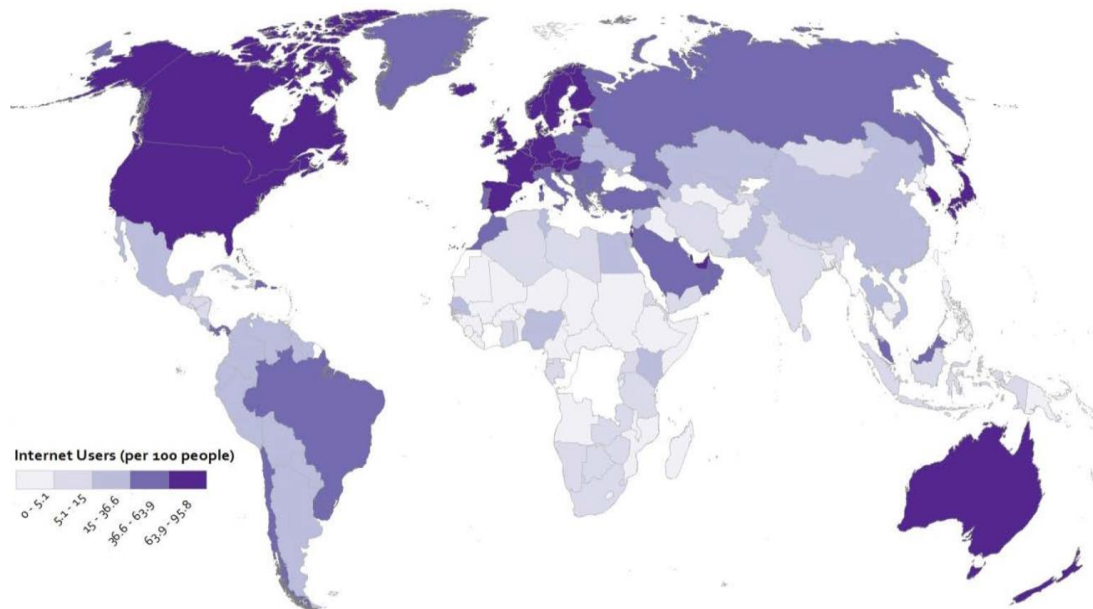
Mientras que los cortes naturales son un método de clasificación manual, que busca partir los datos en clases con base en los grupos naturales de la distribución de los datos

Robinson, A. (2013). s 19c. Visualización de datos mediante cortes naturales.

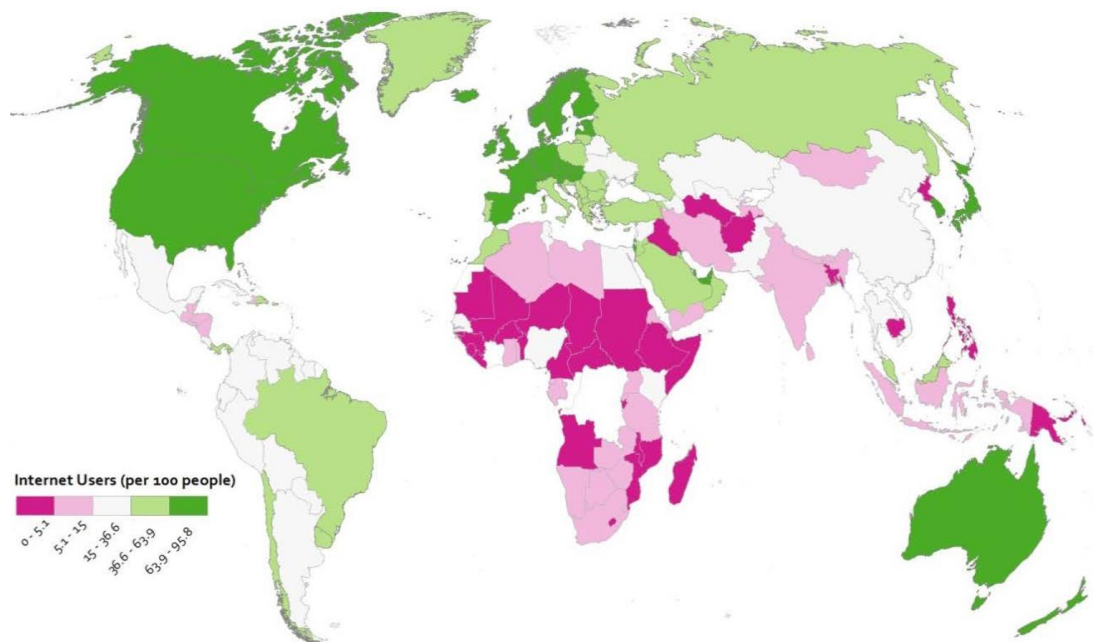
Mapas coropléticos

La representación visual de la información en los ejemplos anteriores se realiza por medio de *coropletas*, es decir, una rampa gradual que muestra una medida estadística; diseñada de modo tal, que resulta fácil comparar el comportamiento de una misma variable para lugares distintos. Donde, la intensidad del color denota la intensidad de una variable, es decir, el color está en relación o correspondencia con lo que se busca representar.

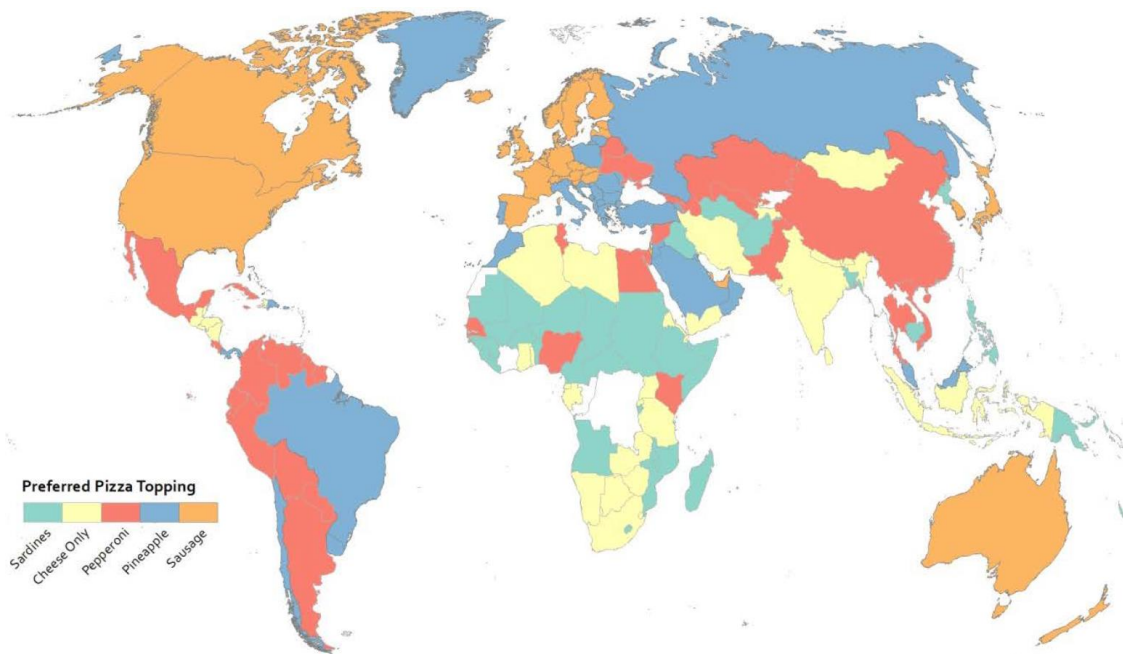
Así y de acuerdo con los datos y del mensaje que se busca comunicar, la paleta de colores en los mapas coropléticos puede mostrarse de forma secuencial, divergente o cualitativa (Figuras 20a, 20b y 20c).



La paleta de colores secuenciales, monocromáticos en el disco de Newton, muestra los valores en orden ascendente o descendente; así, el comportamiento de la variable se muestra en relación directa con la saturación o desaturación del color. Robinson, A. (2013). Figura 20a. Paleta de color secuencial



La paleta de colores divergentes se utiliza cuando los valores están por encima o por debajo de un valor medio, donde los colores análogos del disco de Newton, pueden ayudar en la representación de la información. Robinson, A. (2013). Figura 20b. Paleta de color divergente



La paleta de colores cualitativa o categórica se usa cuando los valores se asignan a una condición o cualidad en particular, por lo que se aplica la connotación del color, es decir, se utiliza aquel que representa mejor la variable. Es recomendable que en la leyenda o simbología del mapa, la paleta de colores categórica se muestre en un orden armónico, siguiendo un orden cromático ascendente o descendente, esto facilitará la lectura e interpretación del mapa. Robinson, A. (2013). Figura 20c. Paleta de color cualitativa

COMPOSICIÓN CARTOGRÁFICA

Hasta este momento hemos abordado lo básico en semiótica cartográfica, es decir, la representación clara de elementos y entidades presentes en el mapa. Es momento de hablar sobre el resto de los elementos que complementan nuestro diseño, a lo que en este curso nos referimos como composición cartográfica.

En términos generales, la composición cartográfica se refiere al orden y estética visual de los elementos cartográficos que acompañan un mapa con el propósito de volverlos útiles para el usuario.

Elementos cartográficos

Los elementos cartográficos que suelen acompañar el diseño de un mapa se muestran en la Tabla 1. En ésta, se observan los elementos cartográficos básicos que podrían disponerse al margen del mapa, o bien, incluirse dentro del mismo. De igual forma se muestran los elementos cartográficos complementarios, que por sus características es recomendable disponerlos al margen del mapa.

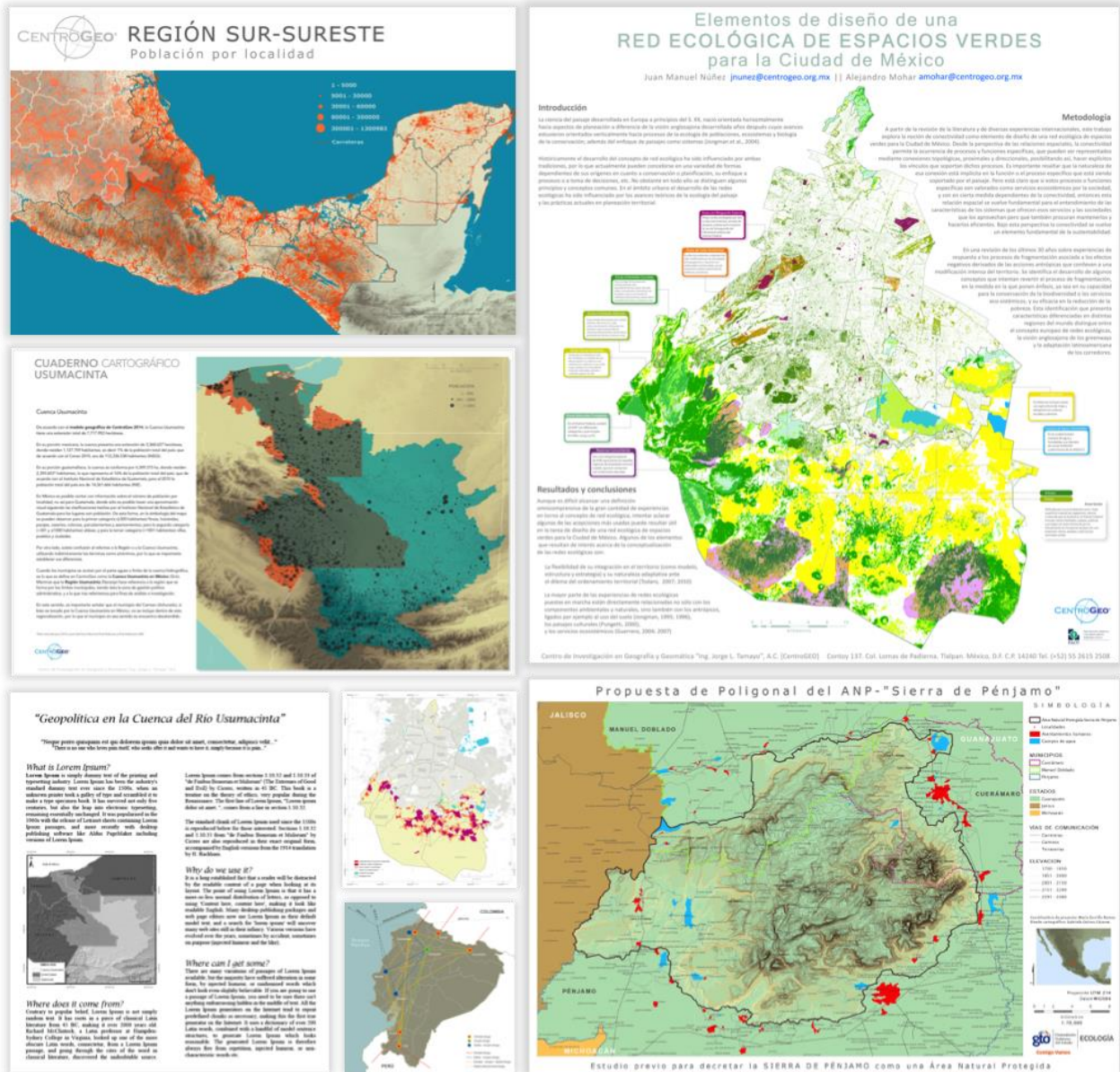
Tabla 1. Elementos cartográficos estándar

ELEMENTOS BÁSICOS	ELEMENTOS COMPLEMENTARIOS
Mapa principal	Subtítulo
Mapa referencia	Metadatos
Título	Fuentes de los datos
Leyenda	Tablas
Escala gráfica	Gráficas
Norte geográfico	Fotografías
Graticula	Logos
	Texto descriptivo
	Derechos de autor
	Exención de responsabilidad ¹
	Ruta de archivos ²

¹Nota aclaratoria que define la responsabilidad y los alcances de la información que se presenta. Generalmente contiene leyendas como: "La institución sólo provee la presente información, es responsabilidad del usuario determinar los usos adecuados de los datos; la institución no es responsable de los resultados adversos asociados con tal uso".

²Con frecuencia, su uso se limita de forma interna para la institución, pues muestra la ruta en la que se almacenan los archivos que conforman el mapa.

Como parte de nuestro quehacer profesional, para representar y comunicar información por medio del espacio geográfico, es posible que necesitemos diseñar mapas que sean apropiados para un reporte o presentación, para un artículo o una publicación; un mapa para trabajo de campo; así como mapas cartel, para congresos o seminarios (Figura 21). Así, el diseño cartográfico para cada uno de ellos puede variar por lo que podrían incluir o excluir, alguno de estos elementos.



Kiuroz, G. (2016). Figura 21. Diseño cartográfico en diferentes modalidades de uso y presentación

A manera de ejemplo, podríamos decir que los elementos básicos serían suficientes para un mapa publicación, es decir, para un mapa que aparecerá en una revista arbitrada y que por lineamientos editoriales debe medir 10x10 cm. Sin embargo, somos libres de tomar la decisión de prescindir de algunos elementos cartográficos básicos, con el propósito de no entorpecer la lectura del mapa.

Del mismo modo, tenemos la libertad de presentar los elementos cartográficos de una forma versátil y poco convencional al diseñar un mapa cartel, siempre y cuando el propósito del mapa y el tipo de audiencia lo permitan.

De esta manera, antes de incluir o excluir alguno de los elementos cartográficos en el diseño de tu mapa, considera si realmente son de utilidad para el usuario; si con ellos podrá interpretar más fácil y rápido el mensaje; si son pertinentes para el tipo de medio en el que se va a mostrar; y por supuesto si al agregarlos u omitirlos, el diseño se beneficia estéticamente.

Equilibrio y composición visual

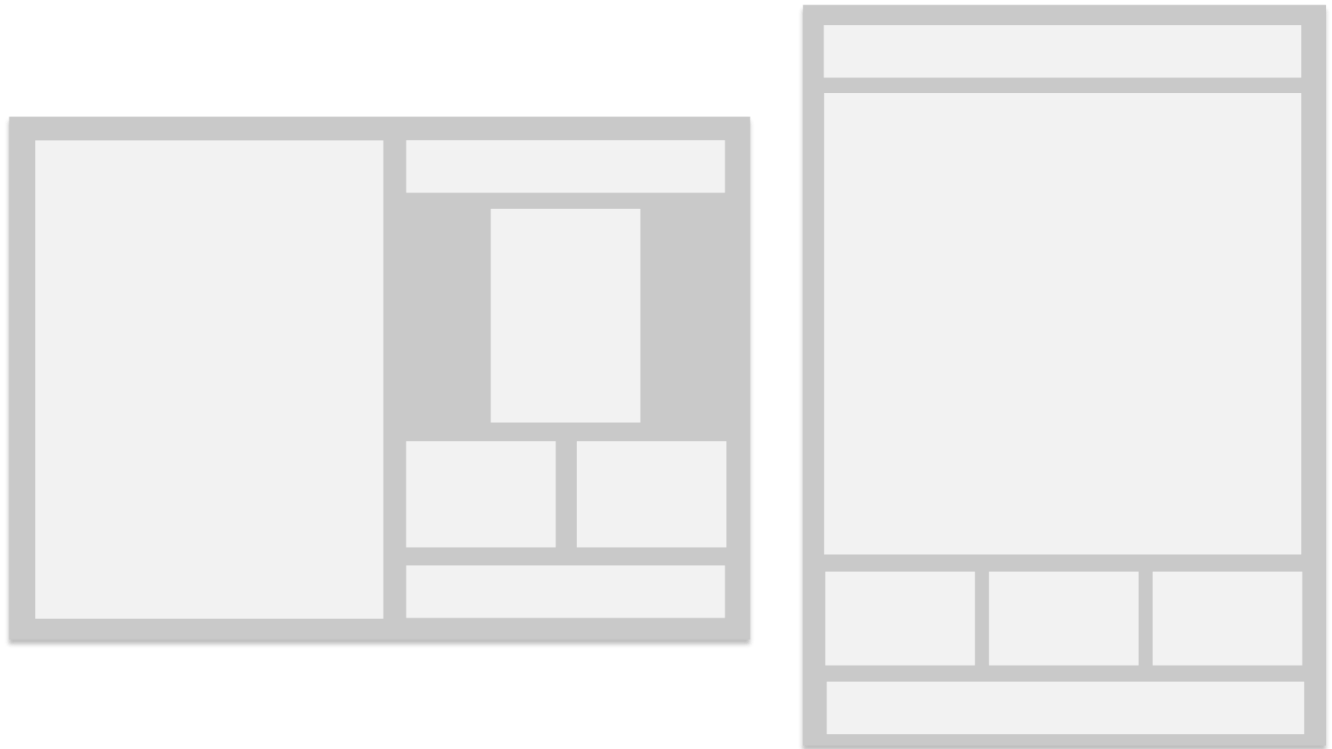
Para comenzar con la composición cartográfica es importante definir la orientación que tendrá el mapa, la cual se relaciona directamente con la forma que presenta la región de interés. Observa en un mapa de la República Mexicana la forma que tienen los estados de Nuevo León, Aguascalientes y Tabasco (Figura 22).

Cuál de ellos consideras se verá mejor dentro de un rectángulo vertical, cuál en un cuadrado y cuál dentro de un rectángulo horizontal. Si tu respuesta corresponde respectivamente con la lista de estos estados, tu equilibrio visual funciona adecuadamente; pues la forma del espacio geográfico de nuestro interés determina en gran medida, la disposición del resto de los elementos cartográficos en el diseño del mapa.



Quiroz, G. (2016). Figura 22. Orientación del mapa considerando la forma del área geográfica a representar.

Una vez definida la orientación que tendrá nuestro mapa, al tiempo que conocemos las dimensiones de nuestro diseño, ya sea por lineamientos editoriales o por la manera en que lo usaremos; por ejemplo, un mapa para trabajo de campo podría ser de mayor utilidad con un tamaño igual o mayor al doble carta. Es posible definir el lugar que ocuparán los elementos cartográficos que hemos seleccionado para acompañar nuestro diseño (Figura 23).



Quiroz, G. (2016). Figura 23. Disposición de elementos cartográficos de acuerdo con la orientación del mapa

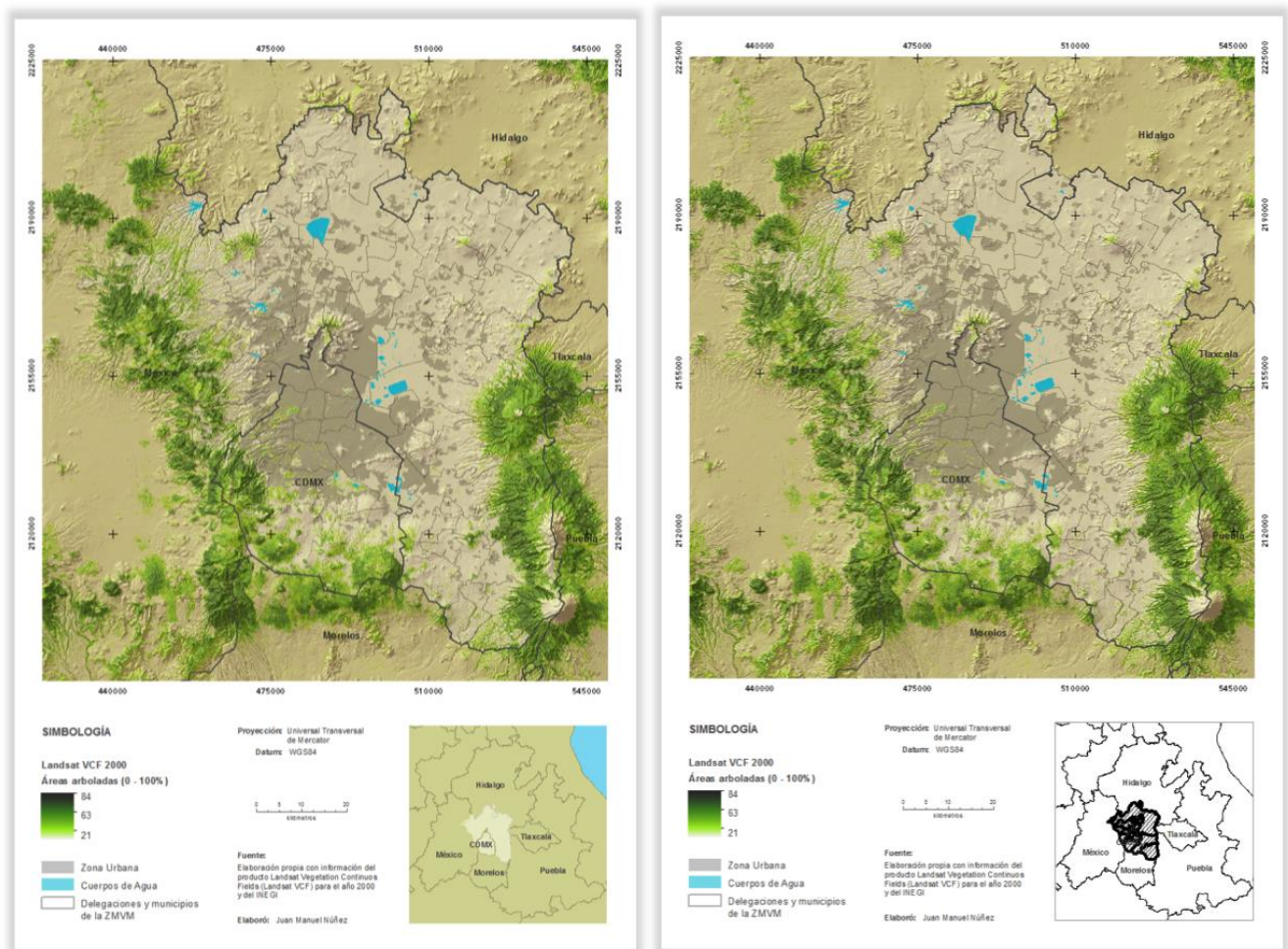
La composición visual significa que al momento de agregar cada elemento lo hagamos de forma ordenada y clara, buscando una distribución equilibrada y estética.

Una práctica habitual es utilizar marcos para definir espacios como el título o la simbología, esto es “paja” visual, carece completamente de utilidad comunicativa y estética. Es mucho más ordenado y profesional definir cajas imaginarias a partir del uso tipográfico que apliquemos a los textos, tal y como veremos más adelante.

Ahora veamos algunas particularidades y recomendaciones en el diseño de los elementos cartográficos que podrían acompañar al mapa.

Mapa de referencia

Este pequeño mapa tiene como objetivo dar certeza sobre la ubicación de nuestra área de interés en el mundo; el cual puede entenderse como una ventana que permite, desde la lejanía, observar su contexto geográfico con claridad. Bajo esta premisa es importante que el diseño semiótico del mapa de referencia, guarde relación visual con el diseño semiótico del mapa principal. De forma tal, que el usuario al leer ambos mapas resuelva rápidamente que se trata exactamente de la misma región, pero a diferentes escalas de observación (Figura 24).



Kiروز, G. (2016). Figura 24. Congruencia en el diseño semiótico del mapa principal y de referencia.

Sin duda, el mapa de referencia cumple un propósito de comunicación distinto al del mapa principal, razón por la cual su diseño no debería incluir elementos como graticula, simbología o título; pues podrían entorpecer su función de brindar contexto geográfico con claridad.

Por el contrario el mapa de referencia sí debe incluir y mostrar claramente su ubicación, con frecuencia sólo se muestra el estado o el país sin contexto geográfico, ni colindancias, como si se tratasen de islas, generando confusión en el usuario que además, debe dedicar más tiempo para recurrir a otras fuentes de información como Google Maps para tener certeza sobre la región que se está observando.

Una interrogante frecuente al diseñar un mapa de referencia es hasta qué nivel de observación o escala debo mostrar, si se trata de una provincia debo mostrar hasta nivel estado, país o continente. La respuesta siempre está en el propósito del mapa y por lo tanto en la audiencia a la que será dirigido.

Así, si un mapa habla sobre la Isla Tiburón ubicada frente a la costa de Sonora y se va a mostrar a un grupo de investigadores rumanos, sin duda, es necesario ponerlos en contexto de que Sonora está en un *país* llamado México. Si por el contrario, el mapa se muestra a investigadores locales, podría ser suficiente presentar el contexto a nivel de *estado*. De hecho, cuando se trata de una audiencia tan particular que conoce sobradamente la región de interés, es posible que la presencia de un mapa de referencia no tenga sentido, ni utilidad ninguna.

Simbología

La leyenda o simbología, permite consultar y relacionar la información visual representada en el mapa principal. Ésta se conforma por la representación simbólica de un punto, línea o polígono, incluidos elementos raster y su respectiva etiqueta, la cual describe de manera concisa al símbolo.

Para facilitar y agilizar la lectura e interpretación de un mapa importante que los elementos presentes en él se encuentren representados en la simbología. Sin embargo, símbolos como límites administrativos, cuerpos de agua o aquellos que representan la base del mapa como el Modelo Digital de Elevación, podrían excluirse por su obviedad, dejando espacio libre para colocar otros símbolos de mayor importancia. Esto es útil sobre todo cuando existen muchas más capas de información que necesitan ser representadas, o bien, cuando el espacio disponible para colocar la leyenda es muy reducido.

En otras ocasiones, la leyenda podría quedar excluida por completo del mapa sobre todo cuando muestra pocas capas de información y éstas logran explicarse por sí mismas.

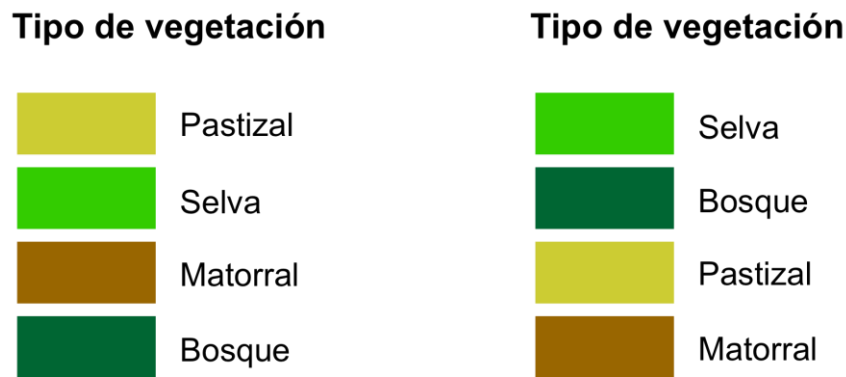
Diseño del símbolo

Un aspecto importante en el diseño de la leyenda es el arreglo o disposición de los símbolos que está representando, con el propósito de facilitar la lectura e interpretación, pero también con el propósito de generar orden visual y por lo tanto, armonía y estética.

De esta manera los símbolos de punto, línea, polígono y raster se deberán colocar en ese orden descendente. Sin embargo, cuando la leyenda muestre demasiadas capas de información, y en consecuencia demasiados símbolos en la leyenda, es necesario

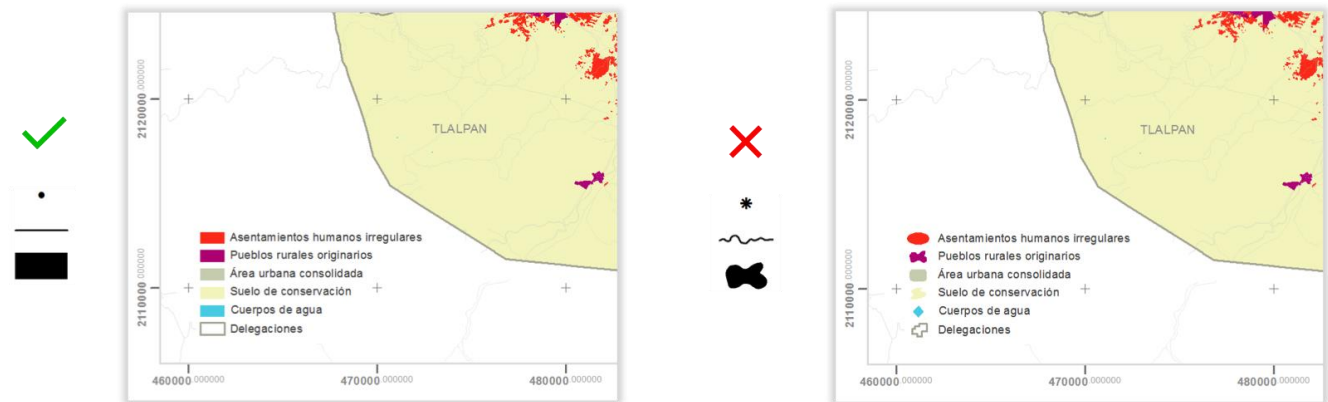
organizarlos además por grupos temáticos, categorías o tipos de información. Utilizando títulos breves para describir cada grupo en la leyenda.

Una vez organizados y categorizados los símbolos en la leyenda, se recomienda reordenarlos por colores o tonalidades a partir de un patrón armónico. Como por ejemplo los diferentes tonos de verde para cada símbolo que representa pastizal, selva, matorral y bosque que pertenecen a la categoría *Tipo de vegetación*. Este sencillo arreglo puede aportar detalles estéticos que sumados en conjunto resultan en un diseño cartográfico más claro y profesional (Figura 25).



Quiroz, G. (2016). Figura 25. Orden cromático para obtener armonía visual y estética

Si bien es recomendable que los símbolos muestren el mismo aspecto en el mapa que en la leyenda, prefiere los símbolos estándar en lugar de aquellos que intentan emular un aspecto o característica del paisaje. Esto además de facilitar la lectura del mapa, da sentido estético y profesional a nuestro trabajo (Figura 26).



Quiroz, G. (2016). Figura 26. Resultado visual de símbolos estándar y símbolos irregulares.

Título y subtítulo

Antes de entrar directamente a este apartado, es conveniente conocer algunas características tipográficas que nos permitirán ampliar nuestras opciones estéticas y de comunicación.

Texto

El texto es un elemento de comunicación importante en los mapas, está presente en las etiquetas toponímicas, la leyenda, el título, los metadatos, la descripción del mapa, etc. La elección de un tipo de letra o tipografía no es una trivialidad, pues un mal uso podría entorpecer el uso del mapa.

Existen dos grandes categorías de tipos de letra, la *Serif* (con serifas o remates) y la *Sans Serif* (sin serifas), también conocida como *palo seco* (Figura 27).



Quiroz, G. (2014). Figura 27. Tipografías *Serif* (impresión) y *Sans serif* (pantalla)

En la tabla 2, puedes observar el resultado visual que se obtiene con distintos tipos de letra, tanto *Serif* como *Sans Serif*, todos ellos en 12 puntos, que es el tamaño estándar en el que la mayoría de las personas pueden leer textos con facilidad.

Como puedes observar, el resultado que se obtiene en cada uno de ellos es notable, pues existen grandes diferencias en cuanto al grosor de sus líneas, la altura y el ancho de sus caracteres, así como el espacio que hay entre ellos. Sin mencionar la diferencia de alturas entre mayúsculas y minúsculas; o la superposición de caracteres como “ü” o “fi”; o bien, la clara diferenciación entre caracteres como la “I” mayúscula de la “l” minúscula, lo que simplemente podría entorpecer la lectura del texto en tu mapa con sólo seleccionar un tipo de letra sobre otro.

Tabla 2. Diferencias intrínsecas entre tipografías *Serif* y *Sans Serif*

Serif	
Rockwell	Diseño cartográfico
Bookman Old Style	Diseño cartográfico
Georgia	Diseño cartográfico
Courier New	Diseño cartográfico
Times New Roman	Diseño cartográfico
Garamond	Diseño cartográfico
Book Antiqua	Diseño cartográfico

Sans Serif	
Verdana	Diseño cartográfico
Century Gothic	Diseño cartográfico
Tahoma	Diseño cartográfico
Arial Narrow	Diseño cartográfico
Gill Sans	Diseño cartográfico
Avenir Book	Diseño cartográfico
Comic Sans MS	Diseño cartográfico

Dadas sus características, es recomendable preferir el uso de tipografías *Sans Serif*, dentro del diseño cartográfico pues sus líneas se distinguen con mayor facilidad sobre un mapa. Mientras que el uso de tipo *Serif* podría limitarse al texto para los datos geodésicos, los metadatos o cualquier otro tipo de información complementaria que se ubique al margen del mapa, donde no interfiere visualmente con información de fondo.

Diseño tipográfico

En muchas ocasiones los editores cartográficos permiten alinear el texto a la derecha, al centro y a la izquierda, modificar el espacio entre caracteres, el interlineado y por supuesto el color (negro/gris). Lo que permite crear cajas imaginarias que delimiten, sin necesidad de marcos, espacios claros y ordenados para la información expresada en texto (Figura 28).



Quiroz, G. (2016). Figura 28. Construcción de cajas imaginarias por alineación intencional de texto.

Además de los recursos anteriores, para el diseño del título como elemento importante de comunicación del mapa se puede apoyar la intención o el énfasis de un mensaje con el uso de caracteres especiales como las “ ” o los [], al igual que los :: y las || que ayudan a crear interés visual (Figura 29).

Atlas Estatal . **Riesgos**

Atlas Estatal **de Riesgos**

Atlas Estatal [**Riesgos**]

Atlas Estatal **de Riesgos**

Atlas Estatal || Riesgos

Atlas Estatal de Riesgos

Atlas Estatal :: Riesgos

Atlas Estatal de Riesgos

Quiroz, G. (2016). Figura 29. Uso de caracteres especiales, negritas, color y espaciado entre caracteres para construir interés visual.

Así, la combinación pertinente de dos o más recursos visuales pueden dar como resultado un texto atractivo y versátil, haciendo que además puedan ser leídos con facilidad.

Al momento de redactar tanto el título como el subtítulo, es importante aplicar las palabras adecuadas que describan, casi en su totalidad, al mapa. De forma concisa y clara, evitando expresiones obvias o redundantes como “Mapa de...” o “Análisis de...”; así como el uso de acrónimos o siglas que podrían confundir al público que no está familiarizado con ellos. En síntesis, un título debe ser breve, interesante, pertinente y preciso.

Etiquetas de texto

Este tipo de etiquetas tienen el propósito de comunicar el nombre o característica de un elemento sobre el mapa con celeridad y precisión, al tiempo que brindan estética y armonía visual con el resto del diseño.

Para facilitar la descripción de las distintas entidades geográficas, se puede utilizar una misma tipografía pero con diferentes tamaños, es decir, uno para ríos, otro para elevaciones y otro más para localidades, esta sola acción ya genera suficiente contraste visual, sobre todo cuando debes usar un mismo color para todas las etiquetas.

También puedes usar una tipografía diferente para describir cada entidad, o bien, utilizar negritas o cursivas; así, las negritas podrían aplicarse a cerros o elevaciones, mientras que las cursivas podrían ser útiles para los ríos, por ejemplo.

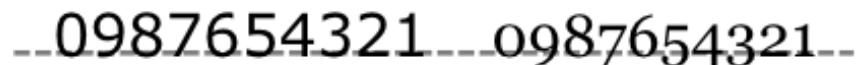
Por supuesto también es posible utilizar colores en las etiquetas, azul para ríos y cuerpos de agua y verde para parques y reservas naturales, siempre armonizando con todo el mapa en conjunto. Sin embargo, al utilizar color en las etiquetas, se debe tener

cuidado que se observe con claridad tanto en las partes del mapa más claras, como en las más oscuras.

Otra consideración importante al diseñar etiquetas de texto, es omitir palabras obvias en la descripción del elemento geográfico, como por ejemplo: “Cerro de...”, “Parque Nacional...”, “Zona Metropolitana de...”, etc. con el propósito de no agregar ruido visual al diseño del mapa.

Etiquetas de número

Al igual que las etiquetas de texto, es importante que su diseño sea claro y estético; por ello se recomienda el uso de tipografía *Sans Serif* que muestre los números sobre un mismo plano, lo que facilitará la lectura de etiquetas en las cotas de nivel y en la gráticula, principalmente si están dispuestas en forma vertical. En síntesis, evitar tipografías como Georgia y preferir tipos de letra como Verdana (Figura 30).



Quiroz, G (2013). Figura 30. Diferencias en la disposición de elementos tipográficos sobre un plano.
Verdana (izq.) y Georgia (der.)

De igual forma, se sugiere el uso de números con tipografía *Sans Serif*, que sean homogéneos en su diseño y que permitan diferenciar con claridad el número “1” del “7”, o bien, el “1” de la letra “l”.

Una última recomendación que aplica para ambos tipos de etiqueta (números y texto), es establecer el tamaño de la fuente por encima de los seis puntos, ya que es el tamaño mínimo en el cual resulta legible a una distancia de lectura habitual.

Escala gráfica

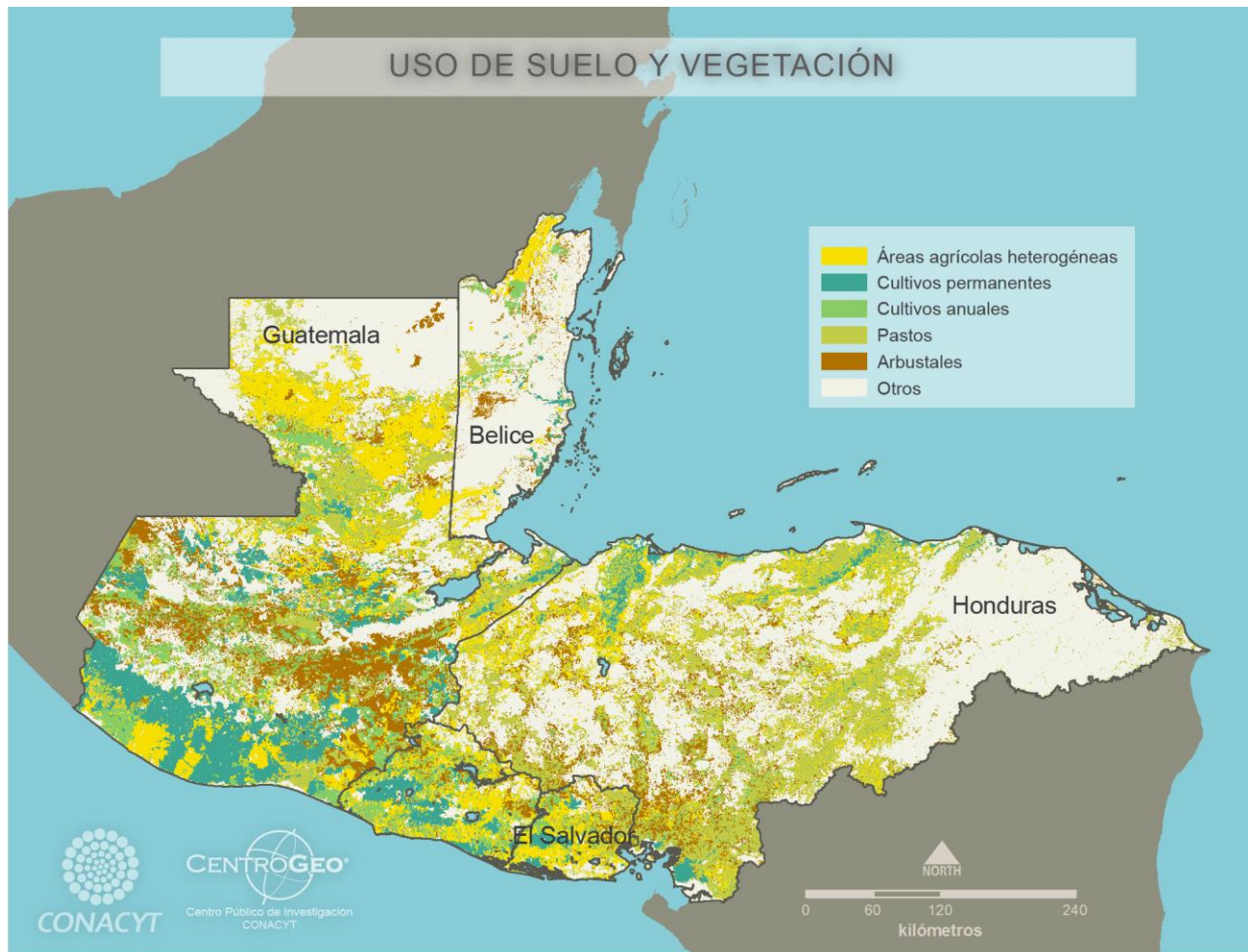
Una barra de escala es un gráfico que muestra cómo traducir las unidades del mapa a las unidades del mundo real. Los mapas históricos mostraban escalas verbales, como "200 pies por pulgada" ó "1 pulgada = 200 pies", y escalas numéricas, como "1:1,000.000" ó "1:25 000" que indican una fracción representativa, es decir, que un centímetro en el mapa representa 25,000 centímetros en la realidad, o bien, 250 metros.

En la actualidad es más frecuente el uso de barras con divisiones, que para facilitar su interpretación es necesario que muestre los valores en una nomenclatura habitual, como en kilómetros o metros, y no en millas o pies. De la misma forma, se deben mostrar los números (tipo *Sans Serif*) en valores enteros y de fácil interpretación, por ejemplo, en 0, 5, 10, 20...100 km, y no en 0, 13.5, 25.8...147.3 km.

Diseño de escala

Por tradición cartográfica la barra de escala suele presentarse en color negro. Sin embargo, es posible diseñarla en otros colores o tonos que agreguen armonía visual y versatilidad a la composición del mapa. Por ejemplo, en color azul si se coloca sobre el mar o en color marrón si se coloca sobre tierra (Figura 31).

Lo más importante en el diseño de la escala es que armonice con todo el diseño, que no sea un elemento colocado sin ninguna intención estética. Que presente un tamaño adecuado, no tan grande y gruesa que obstruya la información al fondo, ni tan pequeña y delgada que pase completamente inadvertida.



Quiroz, G (2016). Figura 31. Diseño de barra de escala en armonía con la flecha del norte.

Norte geográfico

La flecha del norte tiene el propósito de ilustrar la orientación del mapa. Por convención, la mayoría de los mapas orientan la parte superior hacia el norte, pudiendo prescindir de este elemento, aun así, incluirla en el mapa se considera una práctica estándar.

De hecho, es un elemento cartográfico que dota de personalidad e interés visual al mapa; es un elemento distintivo del mismo, pues antes de llegar a entenderlo, las personas reconocen que están frente a un mapa cuando ven este símbolo.

Diseño de Norte

La flecha de norte es un elemento útil y versátil que permite agregar interés visual al mapa, con ella es posible equilibrar con facilidad la composición de todo el diseño cartográfico, al aumentar o restar peso visual, ya sea por su tamaño, por su color, por su diseño extravagante o minimalista, o bien, por la combinación de todos ellos.

Al igual que la escala gráfica la flecha del norte puede mostrarse en color negro como una convención cartográfica, en tonos de gris para suavizar su presencia y hasta en color blanco sobre una superficie oscura que permita su contraste. Pero también es posible utilizar un color azul o castaño que permita armonizar todo el diseño.

En este punto es importante aclarar que tanto la escala gráfica como la flecha de norte se consideran elementos pareados, es decir, que el color que decidas usar en uno deberá usarse en el otro. Lo mismo que con su estilo, si uno es sencillo y simple, el otro también corresponderá. De igual forma, al decidir su ubicación sobre el diseño del mapa ya sea sobre la imagen del mapa o al margen del mismo (Figura 31).

Graticula

La graticula está compuesta por líneas de latitud y longitud que se establecen en la superficie del mapa y permiten visualizar la forma en la superficie de la Tierra sobre el plano, la cual hace referencia a la superficie 3D del mundo real en la proyección.

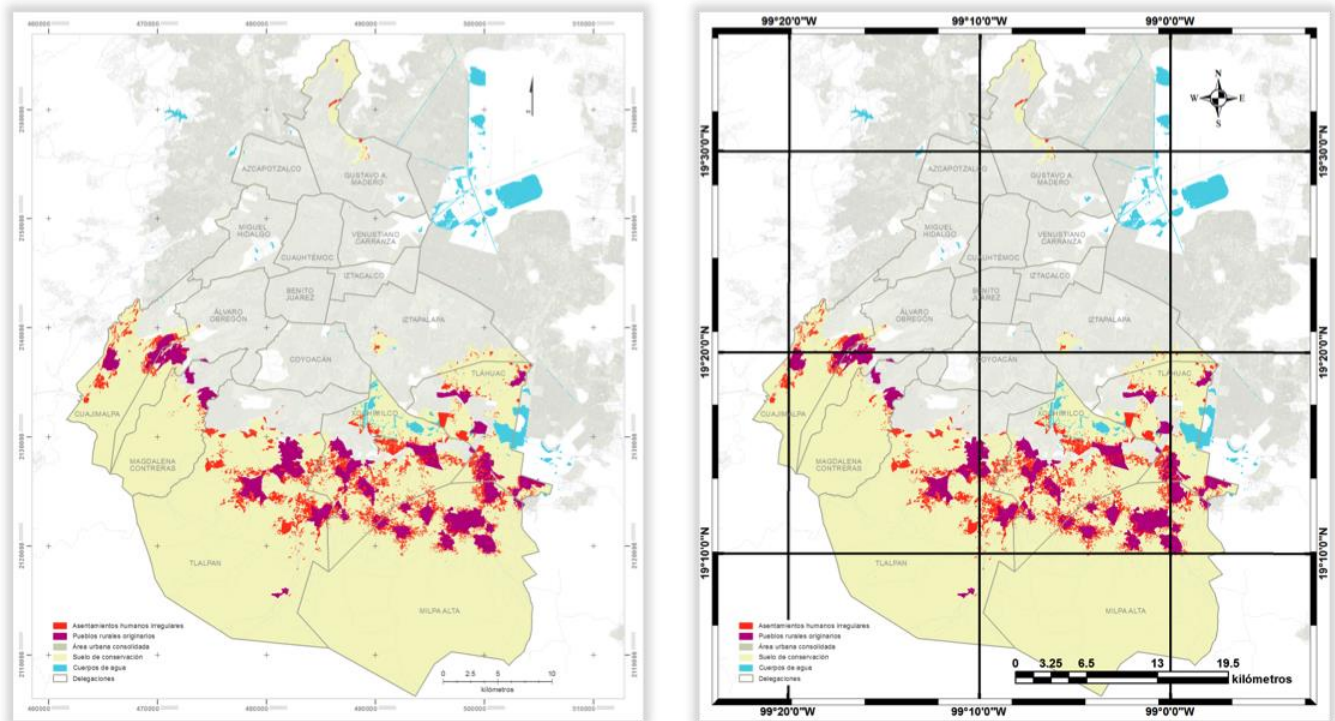
Aunque se trata de una convención discutible, las retículas no están siempre presentes en los mapas, sobre todo en aquellos que se muestran desde un Sistema de Información Geográfica. Pues con el uso de mapas en dispositivos digitales, donde es posible ver las coordenadas y ubicación precisas de un sitio, las retículas se han convertido en un convencionalismo más tradicional que útil. Sin embargo, para algunos mapas impresos su presencia sigue siendo de utilidad.

Diseño de Graticula

El diseño de la graticula no debe obstaculizar la lectura del mapa, como podría hacerlo una red de líneas gruesas y negras sobre la imagen del mapa. Por el contrario prefiere una malla de líneas finas en gris claro o medio, o mejor aún, sustituye la malla por crucetas que sólo esbocen la malla de la graticula. El color de estas crucetas podrá ser claro, si los colores de fondo son predominantemente oscuros, o bien en color obscuro, si los colores de fondo son predominantemente claros (Figura 32).

Evita enmarcar la imagen del mapa con una línea gruesa y negra, prefiere el uso de divisiones para indicar la marca de cada coordenada, así no agregaras ruido visual y tu diseño cartográfico obtendrá un aspecto más agradable y profesional.

Recuerda utilizar tipografía *Sans Serif* clara y homogénea, mayor a 6 puntos para las etiquetas numéricas que acompañarán la graticula del mapa.



Quiroz, G (2016). Figura 32. Diseño de gráticula por crucetas (izquierda) y por malla (derecha).

Formatos de salida

Cuando el proceso de diseño concluye, es momento de exportar los archivos para su salida en pantalla o impresión. En la tabla siguiente se enlistan algunas características de los formatos de salida utilizados con mayor frecuencia.

Tabla 3. Características generales de los diferentes tipos de formatos para la salida de archivos

FORMATO	
JPEG	Se trata del archivo más común, en donde la calidad de la imagen disminuirá en la medida que disminuye el tamaño del archivo. Son los más utilizados para pantalla y para impresiones.
PNG	Es un archivo cada vez más común, su algoritmo acepta miles de colores en comparación con los 256 colores máximos que admiten otros formatos como los GIF, lo cual es mejor para pantalla que para trabajos de impresión. Además permite un fondo transparente de excelente calidad, muy útil para el trabajo de diseño.
PDF	Este tipo de archivo puede ser tratado como imagen, es un producto de Adobe y fue creado para ser visible de manera universal. Es un archivo excelente para compartir gráficos; aunque el color podría sufrir cambios considerables.
GIF	También puede exportarse con fondo transparente, y su tamaño a menudo es más pequeño pues utiliza un número limitado de colores, lo que en cierta medida permite controlar los cambios de color. Otro aspecto importante de este formato es que permite elaborar gráficos animados, muy útil en el diseño cartográfico.
TIFF	No pierde calidad cuando cambia su tamaño, pero suelen ser muy grandes y no son adecuados para pantalla, pues su carga toma tiempo. Son mejores para guardar imágenes con fines de impresión.
BMP	Los mapas de bits se definen como una malla de píxeles. Cada píxel contiene un valor de color. Los mapas de bits pueden contener una gran cantidad de detalles, pero también son archivos muy grandes y, por lo tanto, no muy comunes.

Resoluciones

La resolución es el grado de detalle de una imagen y la calidad de una imagen se estima en función del número de píxeles por pulgada o dpi. De esta manera, una imagen de calidad profesional tendrá alrededor de 300 dpi, mientras que una imagen de buena calidad sólo requiere 200 dpi. Así, a las imágenes es posible asignarles diferentes resoluciones en función de sus propósitos, pues cada medio de salida (impreso o digital) requiere de una adecuada resolución para obtener resultados profesionales (Tabla 4).

Tabla 4. Resolución recomendada para archivos multimedia y de impresión.

Elaborado a partir de: <http://printfinale.com/blog/?p=22>

MEDIO	RESOLUCIÓN RECOMENDADA	IMAGEN
<p>Web / Multimedia</p>	<p>72 dpi</p>	
<p>Impresión</p>	<p>≥ 300 dpi</p>	

Referencias

- Allen, D.W. (2010). *GIS Tutorial 2: Spatial Analysis Workbook* United States of America: ESRI Press.
- Allen, D.W. y Coffey, J.M. (2010). *GIS Tutorial 3: Advanced Workbook*. United States of America: ESRI Press.
- Fernández, S. I. (2007). *Diseño de Presentaciones Visuales para la Docencia Universitaria*. Espacio Europeo de Educación Superior. Grupo de Investigación de Tecnología Educativa. Universidad de Murcia, España.
- Gorr, W.L. and Kurland, K.S. (2010). *GIS Tutorial 1: Basic Workbook*. United States of America: ESRI Press.
- Peterson, G. N. (2009). *GIS Cartography: A Guide to Effective Map Design*. United States of America: CRC Press. Taylor & Francis Group. 215 pp.
- Robinson, A. C., (2013). Maps and the Geospatial Revolution Lesson 5-Lecture 2. Course Notes. Online Geospatial Education. Pennsylvania State University, USA.
- UNED, (2014). *Edición y compresión de imágenes estáticas. Programa Oficial de Postgrado: Tecnología de los Contenidos Multimedia*. Universidad Nacional de Educación a Distancia, España.